

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“INFLUENCIA DE LA MEJORA DE PROCESOS DEL ÁREA
DE OPERACIONES EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA
EMPRESA FADECO SAN MARTÍN E.I.R.L”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Sol Cristal García Rabanal
Bach. Diana Alexandra López Manyá

Asesor:

MBA. Ing. Mylena Karen Vílchez Torres

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

Dedico esta tesis Dios, por ser el quien me guía e ilumina cada momento, a mi madre quién fue la persona que más se esforzó por darme siempre lo mejor y a mi hermana quién es para mí un ejemplo e inspiración en todo lo que hago espero que algún día estén tan orgullosas de mí como yo lo estoy de ustedes.

Sol García Rabanal.

La presente tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a Dios, por darme la vida para llegar a concluir mi carrera profesional. A mis amados padres Eloina y Rolando por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mí, por ayudarme a cumplir mis metas profesionales y porque siempre están ahí para brindarme sus mejores consejos, comprensión y amor.

Diana Alexandra López Manya.

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer primero a Dios por bendecirme tanto.

A mis padres por darme la oportunidad de estudiar y crecer profesionalmente, por apoyarme en todo momento, comprenderme y a mi hermana por ser un ejemplo para mí, por estar siempre a mi lado.

A todos los profesores de la Universidad Privada del Norte que a lo largo de estos 5 años han ido compartiendo sus conocimientos ya que todos han aportado con un granito de arena en mi formación.

Agradecer la Ing. Karen Vílchez Torres por su esfuerzo, dedicación y paciencia, quien, con sus conocimientos, su experiencia y su motivación ha logrado que pueda concluir esta etapa con éxito. A todos muchas gracias y que Dios los bendiga.

Sol García Rabanal.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado una vida maravillosa para disfrutar y compartir con mis seres queridos.

A mis padres porque me formaron y motivaron con ejemplo y amor para continuar con este reto, por su apoyo incondicional que me dio el aliento y la fuerza de concluir mi carrera.

A la Ing. Karen Vílchez Torres por brindarnos sus conocimientos y motivarnos día a día a la superación y al éxito profesional.

A todos los docentes que a lo largo de la carrera fueron fuente de apoyo en conocimiento y habilidades. Gracias a todos.

Diana Alexandra López Manya.

TABLA DE CONTENIDO

<i>DEDICATORIA</i>	<i>2</i>
<i>AGRADECIMIENTO.....</i>	<i>3</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS.....</i>	<i>7</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>8</i>
<i>ÍNDICE DE ECUACIONES</i>	<i>10</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>11</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>12</i>
<i>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</i>	<i>13</i>
<i>1.1 Realidad Problemática</i>	<i>13</i>
<i>1.2 Formulación del Problema.....</i>	<i>14</i>
<i>1.3 Objetivos.....</i>	<i>15</i>
<i>1.3.1 Objetivo General</i>	<i>15</i>
<i>1.3.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4 Hipótesis</i>	<i>15</i>
<i>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</i>	<i>16</i>
<i>2.1 Tipo de Investigación</i>	<i>16</i>
<i>2.2 Materiales Instrumentos y métodos.....</i>	<i>16</i>
<i>2.1 Procedimiento.....</i>	<i>35</i>
<i>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</i>	<i>37</i>
<i>3.1 Análisis del comportamiento de la productividad.....</i>	<i>37</i>

3.1.1 Eficiencia Económica.....	37
3.1.2 Eficiencia Física.....	38
3.1.3 Productividad mano de obra.....	39
3.1.4 Productividad de Materia Prima.....	39
3.1.5 Tiempo de ciclo.....	40
3.1.6 Actividades Productivas e improductivas.....	41
3.2 Diagnóstico del estado actual del área de operaciones y propuestas de mejora.	44
3.2.1 Diagrama de Recorrido:	58
3.2.2 Estudio de Tiempos.....	63
3.2.3 Diagrama Hombre-Máquina.....	69
3.2.5 Mantenimiento Preventivo.....	78
3.2.6 Propuesta de mejora con Metodología de las 5 S.....	88
3.3 Analizar técnica y económicamente la relación entre las mejoras y la productividad.	105
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	114
REFERENCIAS.....	119
Process Quality Associates Inc. . (2006).....	119
ANEXOS:.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Detalle de técnicas e instrumentos para el procesamiento de información.</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 2: Criterios de clasificación - Auditoría</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3: Operacionalización de Variables</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4: Eficiencia económica.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 5: Ingreso aproximado Mensual</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 6: Propósito de la operación - Bases y Cuerpos de Desagüe.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 7: Propósito de la Operación - Marcos de Desagüe.</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 8: Propósito de la operación - Tapas de Desagüe.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 9: Distancia Actual</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 10: Cálculo número de observaciones.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 11: Factor de valoración del Operario.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 12: Estudio de Tiempo del proceso de cortado.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 13: Estudio de tiempos del proceso de soldado.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 14: Estudio de tiempo del proceso de Mezclado.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 15: Estudio de tiempo del proceso de Moldeado.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 16: Estudio de Tiempo del proceso de Pulido</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 17: Estudio de tiempo del proceso de Estampado.</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 18: Resultado del Diagrama Hombre-Máquina Mezclado.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 19: Resultado del Diagrama Hombre-Máquina Moldeado</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 20: Resultado del Diagrama Hombre-Máquina</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 21: Eficiencia económica - Mejora.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 22: Mantenimiento preventivo general</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 23: Resultados de la auditoria actual</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 24: Resultados de la auditoria con 5 S</i>	<i>104</i>

<i>Tabla 25: Costo total de equipos.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 26: Costo de mantenimiento, personal y herramientas</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 27: Costo de materiales por mantenimiento de Equipos</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 28: Costo de implementación de mejora.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 29: Flujo de Inversión.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 30: Indicadores de Mejora.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 31: Flujo de Caja Neto proyectado.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 32: Indicadores de mejora - Optimista</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 33: Indicadores de Mejora-Pesimista.....</i>	<i>112</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Actividades productivas</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2: Actividades Improductivas</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3: Matriz Producto - Proceso.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4: Los Nueve enfoques de Niebel</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5: Factores a evaluar-valoración del operario.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6: Relación entre Calidad, producción y mantenimiento.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 7: Procedimiento de trabajo.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8: Diagrama analítico del proceso de las Cajas.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 9: Diagrama analítico del proceso de Marcos.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 10: Diagrama Analítico del proceso de Tapas.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 11: Modelo del Kit de desagüe.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 12: Matriz Producto - Proceso Empresa Fadeco San Martín E.I.R.L.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 13: Enfoque-Propósito de la operación</i>	<i>46</i>

<i>Figura 14: Diagrama de ensamble - Kit de desagüe</i>	<i>47</i>
<i>Figura 15: Enfoque- Diseño de las piezas, Distribución de planta.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 16: Manual de procedimiento - Elaboración del Kit de Desagüe</i>	<i>52</i>
<i>Figura 17: Manual - Área de Cortado</i>	<i>53</i>
<i>Figura 18: Manual - Área de Soldado</i>	<i>54</i>
<i>Figura 19: Manual - Área de Mezclado</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20: Manual - Área de Moldeado</i>	<i>56</i>
<i>Figura 21: Manual - Área de Pulido.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 22: Manual - Área de Estampado</i>	<i>57</i>
<i>Figura 23: Diagrama de Recorrido</i>	<i>59</i>
<i>Figura 24: Mejora- Diagrama de Recorrido</i>	<i>60</i>
<i>Figura 25: Escalera empresa Fadeco San Martín E.I.R.L</i>	<i>62</i>
<i>Figura 26: Enfoque-Preparación y Herramientas</i>	<i>63</i>
<i>Figura 27: Estudio de tiempos</i>	<i>65</i>
<i>Figura 28: Diagrama Hombre-Máquina: Mezclado</i>	<i>70</i>
<i>Figura 29: Diagrama Hombre-Máquina: Moldeado de Bases y Cuerpos</i>	<i>72</i>
<i>Figura 30: Diagrama Hombre Máquina del área de producción de las bases y cuerpos..</i>	<i>74</i>
<i>Figura 31: Quinto enfoque de Niebel - Secuencia y proceso de Fabricación</i>	<i>78</i>
<i>Figura 32: Modelo de éxito del proceso de gestión de mantenimiento</i>	<i>79</i>
<i>Figura 33: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo</i>	<i>83</i>
<i>Figura 34: Lista de verificación - Máquina Soldadora</i>	<i>85</i>
<i>Figura 35: Lista de Verificación - Máquina Soldadora.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 36: Cronograma anual de mantenimiento preventivo</i>	<i>87</i>
<i>Figura 37: Enfoque-Diseño del trabajo</i>	<i>88</i>
<i>Figura 38: Evidencia de la falta de orden, clasificación y limpieza.....</i>	<i>89</i>

<i>Figura 39: Evidencia de la falta de orden y limpieza en almacén.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 40: Evidencia de la falta de orden, clasificación y limpieza en el área de soldado.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 41: Formato de reporte de asistencia</i>	<i>91</i>
<i>Figura 42: Cuestionario para descarte.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 43: Formato de Criterios de Evaluación – 5 S.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 44: Formato de Reunión.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 45: Formato de Criterios de Evaluación – 5 S.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 46: Comparativo actual vs Meta</i>	<i>100</i>
<i>Figura 47: Evidencia de la mejora en el área de Soldado.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 48: Evidencia de la mejora en el área de Secado</i>	<i>101</i>
<i>Figura 49: Evidencia de la mejora en el Almacén.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 50: Auditoria con Implementación de las 5s.....</i>	<i>103</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Productividad (1)</i>	<i>18</i>
<i>Eficiencia Económica (2)</i>	<i>19</i>
<i>Eficiencia Física (3)</i>	<i>19</i>
<i>Productividad Mano de Obra (4)</i>	<i>19</i>
<i>Productividad Materia Prima (5).....</i>	<i>20</i>
<i>Tiempo de Ciclo (6)</i>	<i>20</i>
<i>Actividades Productivas (7)</i>	<i>21</i>
<i>Actividades Improductivas (8)</i>	<i>21</i>
<i>Número de Observaciones (9)</i>	<i>27</i>
<i>Disponibilidad de Máquina (10)</i>	<i>32</i>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de procesos entre la mejora del área de operaciones y la productividad en la empresa Fadeco San Martín E.I.R.L. Se estudió el proceso de elaboración de Kits de desagüe en dicha empresa con la finalidad de analizar la situación actual de trabajo de esta empresa y presentar propuestas de mejora en los procesos realizados por la misma para que pueda aumentar su productividad y satisfacer las necesidades que tengan sus clientes actuales y potenciales.

Primero se analizó el comportamiento de la productividad actual de acuerdo a la información brindada por la empresa utilizando de indicadores de productividad como: Eficiencia económica, eficiencia física; productividad de mano de obra, productividad de materia prima, tiempo de ciclo, % de actividades productivas e improductivas; luego se realizó el diagnóstico del estado actual del área de operaciones a través de la matriz producto proceso en donde se halló que el tipo de línea de producción de la empresa es continuo. A partir de ello se identificaron los cuellos de botella en base a los 9 enfoques de Niebel, de los cuales sólo se tomaron los que tienen relación en mejorar la productividad: Propósito de la Operación, Diseño de Piezas, Distribución de planta, Preparación de Herramientas, Secuencia y Proceso de fabricación, Diseño del trabajo; de esta manera, se tuvo diversas herramientas que fueron útiles para poder hallar las propuestas de mejora en la organización las cuales son: Diagrama analítico de Operaciones, Manual de procedimientos, diagrama de recorrido, estudio de tiempos, diagrama hombre máquina, Mantenimiento preventivo total y las 5 S. Finalmente se realizó la proyección teórica de la aplicación de la propuesta en los costos de adquisición, llegando a la conclusión de que la investigación sería viable.

Palabras claves: Estudio de Tiempos, 5 S, plan, productividad, producción.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of processes between the improvement of the area of operations and productivity in the Fadeco San Martín E.I.R.L. The process of drainage kits in said company was studied in order to analyze the current work situation of this company and present proposals for improvement in the processes carried out by the company so that it can increase its productivity and cover the potential and current customer needs

First, the behavior of current productivity was analyzed according to the information provided by the company using productivity indicators such as: Economic efficiency, physical efficiency; labor productivity, raw material productivity, cycle time, % of productive and unproductive activities; Then the diagnosis of the current state of the area of operations was made through the product process matrix where it was found that the type of production line of the company is continuous. From this, the bottlenecks were identified based on Niebel's 9 approaches, of which only those related to improving productivity were taken: Operation Purpose, Parts Design, Plant Distribution, Tool Preparation , Sequence and Manufacturing Process, Work Design; In this way, there were several tools that were useful to be able to find the proposals for improvement in the organization which are: Operations Analytical Diagram, Procedures Manual, Travel Diagram, Time Study, Machine Man Diagram, Total Preventive Maintenance and the 5 S.

Finally, the theoretical projection of the application of the proposal in the acquisition costs was carried out, concluding that the research would be viable.

Keywords: Study of Times, 5 S, plan, productivity, production.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

Según Pagés (2010) indica que la baja productividad suele ser el resultado no intencionado de una gran cantidad de fallas del mercado y del Estado que distorsionan los incentivos para innovar, impiden la expansión de las compañías eficientes y promueven la supervivencia y el crecimiento de empresas ineficientes. Estas fallas del mercado y del Estado son más pronunciadas en las economías de bajos ingresos y América Latina no es la excepción y constituyen un factor importante que explica sus niveles relativamente bajos de productividad. Así mismo, considera que la baja productividad no es universal, sino que se presenta en algunas empresas, especialmente en las más pequeñas.

Por otro lado, en el Perú y el mundo se puede percibir la tendencia del sector construcción a la utilización, cada vez mayor, de los artículos prefabricados de concreto debido a los beneficios económicos y de operatividad que estos generan (Cavero (Burga, 2011). Para empresas como las de construcción el concreto es uno de los materiales de más uso, puede ser preparado al momento, ya sea por los mismos ingenieros de obra o en una planta de premezclado, debiendo en ambos casos conocer las cantidades de material a mezclar para obtener el concreto apropiado; y, en segundo lugar, el concreto debe cumplir con los requisitos en dos estados, el fresco y el endurecido, en el primero básicamente de consistencia y cohesión, y en el segundo de resistencia y durabilidad. (Martinez, 2014)

El estudio de la productividad ha sido pieza clave para varias empresas e industrias, siendo cada vez más estrictos con esta, ya que “la única posibilidad para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentar la productividad (Niebel, 2004).

La productividad es una medición básica del desempeño de las economías, industrias, empresas y procesos. Su cálculo resulta del valor de los productos (bienes y servicios),

dividido entre los valores de los recursos (salarios, costo de equipo y similares) que se han usado como insumos (Krajewski & Ritzman, 2008). El desafío consiste en aumentar el valor de la producción en relación con el costo de los insumos. Si los procesos pueden generar más productos de mejor calidad con la misma cantidad de insumos, la productividad se incrementa; si pueden mantener el mismo nivel de producción y reducir el uso de recursos, la productividad también se incrementa. Se podría mencionar que elevar la productividad significa encontrar mejores formas de emplear con más eficiencia la mano de obra, el capital físico y el capital humano que existen en una empresa.

La empresa Fadeco San Martín es una empresa Cajamarquina dedicada a la elaboración de productos prefabricados de concreto para saneamiento. Dicha empresa no cuenta con indicadores que le permita valorar el desempeño de sus procesos, tomando en cuenta que su área de trabajo no lleva el orden y la limpieza adecuada para poder realizar con efectividad sus labores, lo cual conlleva a tener un proceso deficiente.

En esta investigación se busca desarrollar mejoras en el proceso tomando como base de análisis los nueve enfoques de Niebel. Estos enfoques permiten la simplificación de procesos operativos y manejo de materiales, y ha demostrado ser eficaz para analizar los elementos de procesos productivos y no productivos así poder incrementar la productividad por unidad de tiempo reduciendo los costos unitarios con el fin de conservar o mejorar la calidad. (Niebel, 2014)

1.2 Formulación del Problema

¿En qué medida la mejora de procesos del área de operaciones influye en la productividad de la empresa FADECO SAN MARTÍN E.I.R.L.?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la mejora de procesos del área de operaciones en la productividad de la empresa Fadeco San Martín E.I.R.L.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento de la productividad de un periodo histórico de seis meses.
- Realizar el diagnóstico del área de operaciones usando la matriz producto-proceso y los 9 enfoques de Niebel, proponiendo mejoras de acuerdo con el diagnóstico realizado.
- Analizar técnica y económicamente la relación entre las mejoras y la productividad

1.4 Hipótesis

La propuesta de mejora en los procesos incrementará los niveles de productividad en el área de operaciones de la empresa Fadeco San Martín E.I.R.L.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

Según su propósito: Aplicada, ya que se encuentran estrategias y se utilizarán métodos y técnicas para un objetivo concreto, la medición de las variables dependiente e independiente.

Según su profundidad: Explicativa, ya que se evalúan las variables.

Según la naturaleza de datos: Cuantitativa, ya que se basa en el análisis y medición de indicadores emitiendo valores cuantitativos.

Según su manipulación de variable: No experimental, ya que se basa en la información, solo se evaluarán los problemas encontrados y se propondrá una solución para los mismos.

2.2 Materiales Instrumentos y métodos

2.2.1 Materiales:

En el presente estudio se utilizaron hojas de apuntes, lapiceros, cronómetro, cámara fotográfica y laptop.

2.2.2 Instrumentos:

En esta investigación se utilizó métodos, técnicas, fuentes e instrumentos que permitieron desarrollar adecuadamente la recolección de datos siendo estos detallados a continuación:

- **Observación:**

La observación es una técnica que utilizamos habitualmente en nuestra vida cotidiana para adquirir conocimientos, en este caso contemplar todo lo que se encuentra en el área de operaciones y como se realizan las funciones y actividades enfocado a los

tiempos, como instrumento de investigación consiste en “ver” y “oír” los hechos y fenómenos que queremos estudiar.

- **Entrevista:**

La real academia de la lengua española define a la entrevista como “mantener una conversación con una o varias personas para un fin determinado”. De acuerdo con esto la entrevista es una conversación para obtener información de un determinado tema, éstas se dieron de forma oral y personalizada sobre la situación de la empresa.

- **Cuestionario y Encuesta:**

Los cuestionarios al igual que las encuestas son documentos formados por unos conjuntos de preguntas redactadas de forma coherente, organizadas, secuenciadas, con el fin de obtener información de acuerdo a una determinada planificación, en este caso para un mejor análisis de la situación actual de la empresa Fadeco.

Tabla 1: Detalle de técnicas e instrumentos para el procesamiento de información.

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN:
Observación de campo	Permitió identificar las actividades, las áreas de trabajo y la participación de cada trabajador en los procesos de la producción de la empresa.	Guía de observación.	El área de producción de la empresa Fadeco San Martín E.I.R.L.
Entrevista	Permitió determinar e identificar la gestión de la empresa y el problema que impide el aumento de la productividad.	Guía de entrevista.	Encargado del área de producción.

Análisis de Permitió analizar la Computadora	Historial de la
documentos información requerida y Microsoft Excel	producción de
obtener una base de	la empresa
tiempos en los procesos.	Fadeco San
	Martin E.I.R.L.

2.2.3 Métodos:

1. Metodología para analizar el comportamiento de la productividad.

La Productividad es una de las variables de desempeño de procesos, la cual relaciona la producción y los recursos empleados, como se aprecia en la ecuación 1:

$$p = \frac{P}{Q} \quad (1)$$

(Baca, 2013)

Donde:

p = Productividad

P= Producción

Q= Insumos y recursos empleados

Esta va de la mano con la eficacia y eficiencia (Torres, Octubre 2012) por tanto, también se consideró utilizar indicadores de productividad tales como:

- **Eficiencia Económica:** La eficiencia económica se obtiene mediante la división del total de los ingresos generados sobre las ventas realizadas entre el total de costos que es la inversión mensual (Vega, 2015), ver ecuación 2:

La eficiencia económica será positiva si es superior a 1 y negativa si se sitúa por debajo de 1. (Oliveras, 2018).

$$Ee = \frac{\text{Ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversión)}} \quad (2)$$

- **Eficiencia física:** La eficiencia física se obtiene mediante la división de la materia prima utilizada sobre la materia prima requerida (Elsie Vega, 2015), ver ecuación 3:

$$Ef = \frac{MP (Salida)}{MP(entrada)} \quad (3)$$

El cálculo de la eficiencia económica y física aportan en la medición parcial de los resultados para incrementar la productividad (Elsie Vega, 2015). En primera estancia la eficiencia tiene que ser eficaz, logrando los resultados propuestos utilizando los mínimos recursos que se empleen de una manera productiva (ver ecuación 2 y 3).

Productividad Mano de Obra:

La participación y comunicación directa con el personal operativo influye en el mejoramiento de la productividad, por lo que son los trabajadores los actores principales del diseño y protagonistas de todo el proceso. Aplicando estos estándares, es posible medir la productividad o la eficiencia de cada trabajador (Gonzales Fernandez, 2015), tal como se muestra en la ecuación 4:

$$P(Mo) = \frac{\text{Producción}}{\text{Nº Operarios}} \quad (4)$$

Productividad de Materia Prima:

En la productividad también implica el costo de la materia prima que representa un porcentaje considerable del costo total del producto (ver ecuación 5), influye el material que se compra, cuando sale a venta y con eso ver la merma o cuanto material se desperdicia (Indicadores de productividad, 2018).

$$P(mp) = \frac{\text{Producción real}}{\text{Total de mp utilizada}} \quad (5)$$

Tiempo de Ciclo:

Será el tiempo en el que un proceso se ejecuta, el tiempo queda definido en función de una serie de parámetros y de él dependerá diferentes aspectos relacionados con la productividad aportando valor al producto. A través del tiempo de ciclo se pudo identificar los cuellos de botella, analizar los resultados y proponer mejoras, ver ecuación 6.

$$C = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Producción}} \quad (6)$$

Actividades productivas e Improductivas:

Para el análisis de actividades productivas e improductivas se tomó en cuenta los diagramas analíticos siendo estos parámetros que influyen en la productividad del trabajo, se pudo calcular actividades productivas e improductivas.

El diagrama analítico de procesos nos permitió una descripción visual más detallada de las actividades implicadas en un proceso, mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando una mejor comprensión de la información y los materiales. A diferencia del diagrama de proceso de operación el cual mostró todas las actividades, tiempo y distancias recorridas para el análisis respectivo, estimulando el pensamiento analítico al momento de estudiar cada proceso,

haciendo más factible generar alternativas útiles de solución, facilitando la aplicación de herramientas u opciones de mejora de las variables de tiempo y costes, por lo tanto mejorar la eficacia y eficiencia seguidamente ayudó a establecer el valor agregado de cada una de las actividades que componen el proceso mediante fórmulas para calcular el porcentaje de actividades productivas e improductivas: (Ecuación 07 y 08).

Clasificación de Actividades:




- | | | |
|---|----------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Operación | Produce o realiza |  |
| <input type="checkbox"/> Inspección | Verifica o comprueba |  |
| <input type="checkbox"/> Operación – Inspección | |  |

Figura 1: Actividades productivas




- | | | |
|-------------------------------------|------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Transporte | Mueve o traslada |  |
| <input type="checkbox"/> Demora | Retrasa |  |
| <input type="checkbox"/> Almacenaje | Guarda |  |

Figura 2: Actividades Improductivas

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\sum(\text{Tiempo de Actv.Productivas})}{\sum(\text{Tiempo Total de todas las Actv})} \times 100 \quad (7)$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\sum(\text{Tiempo de Actv.Improductivas})}{\sum(\text{Tiempo Total de todas las Actv})} \times 100 \quad (8)$$

2. Metodología para realizar el diagnóstico del estado actual del área de operaciones.

Fase 1: Identificación del tipo de proceso mediante la Matriz Hayes-Wheelwright.

Inicialmente se procedió a determinar el tipo de proceso productivo según Hayes y Wheelwright (1984) quienes desarrollaron una matriz en la que se establece la correlación entre el tipo de producto y el tipo de proceso productivo a emplear,

así como su relación con el grado de flexibilidad y el nivel del coste unitario para cada uno de los productos de la empresa, esta matriz (Figura 3) permite identificar el tipo de proceso que puede ser:

- **Taller:** Donde los procesos que se elaboran son adaptables para cada caso en particular y es casi nula la automatización.
- **Fabricación por Lotes:** Dentro del proceso se genera un aumento de semejanza y repetitividad. Hay un poco de automatización.
- **Línea de ensamblaje:** El volumen de producción es grande y se encuentra más automatizado.
- **Producción Continua:** Se alcanza un producto estándar y de manera continua, con un proceso repetitivo y automático con un gran volumen de producción.

En este sentido el primer paso para analizar un proceso es entender el tipo al que corresponde para entender los problemas comunes al tipo de proceso:

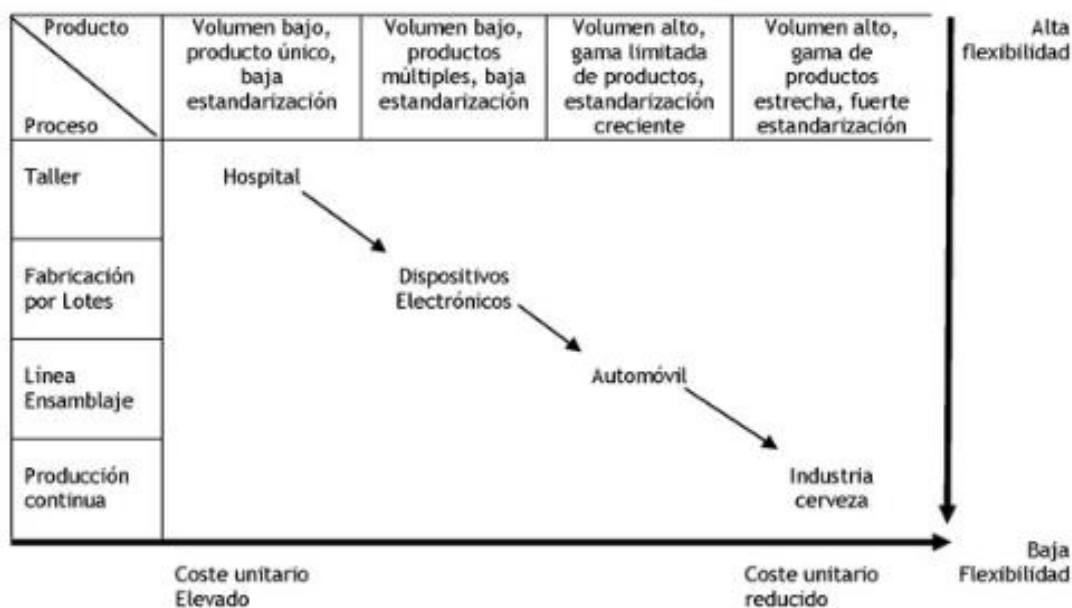


Figura 3: Matriz Producto - Proceso

Fase 2: Diagnóstico de problemas en base a los nueve enfoques de Niebel

El diagnóstico se realizó siguiendo los 9 enfoques que tienen por finalidad identificar problemas que afectan la productividad, siendo este un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida; en los procesos de elaboración de marcos, cajas, bases y tapas del kit de desagüe, la productividad se evaluó a través de la capacidad de la empresa para aprovechar los recursos. Los nueve enfoques han demostrado ser efectivos en la planificación de nuevos centros de trabajo como en el mejoramiento de los ya existentes y se puede aplicar en cualquier lugar donde se necesite mejorar un proceso de producción y ayudar a desarrollar mejores métodos y condiciones de trabajo.

Según Niebel se podrían formular algunas preguntas o puntos importantes de cada enfoque que se muestran en la figura 4, los cuales fueron utilizados para ayudar a identificar los problemas de los procesos en el área de operaciones y por lo tanto a elegir métodos que permitan mejorar la productividad.

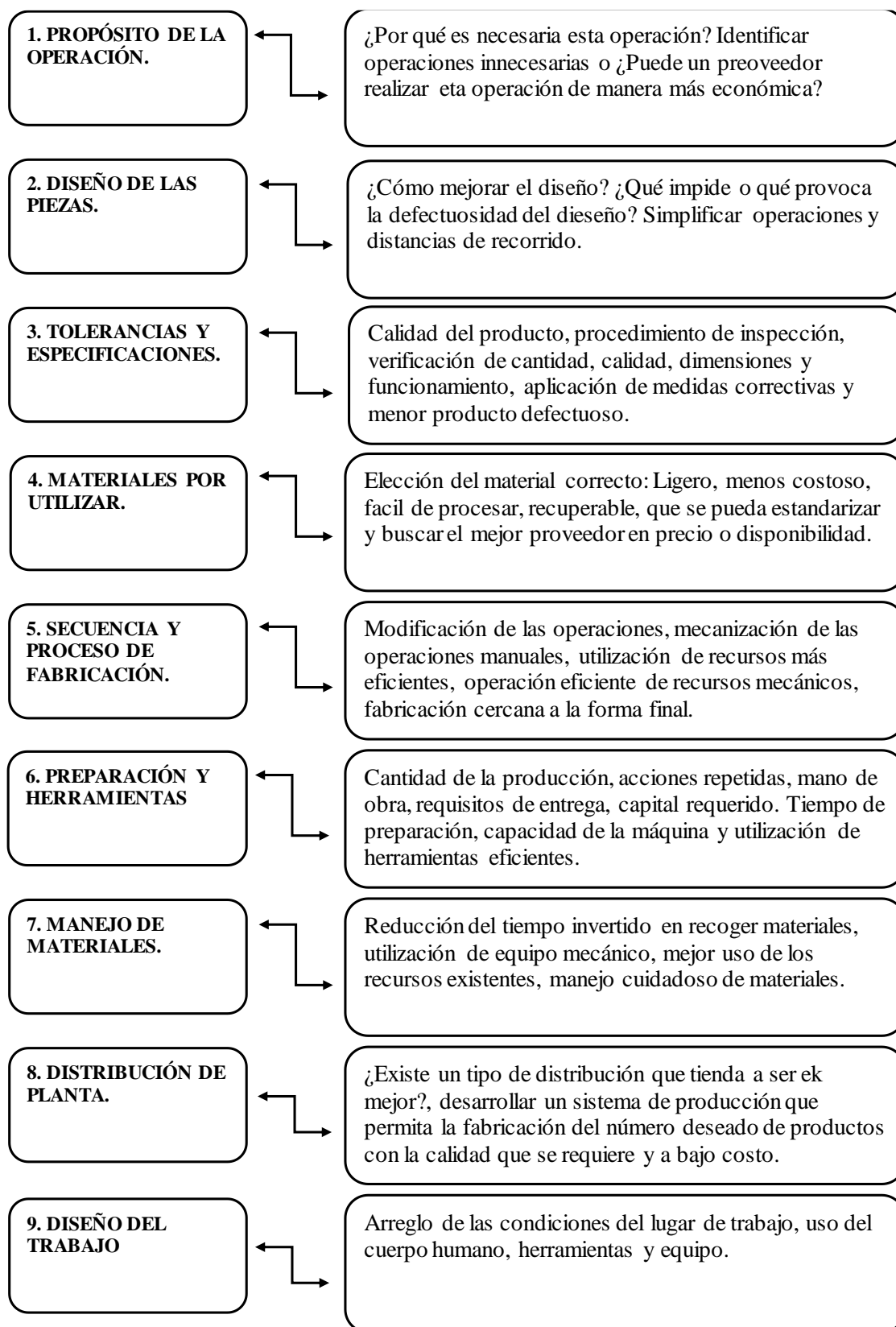


Figura 4: Los Nueve enfoques de Niebel

De todos los 9 enfoques mostrados, se consideraron los que ayudaron a analizar y mejorar la productividad:

- **Propósito de la Operación:** En donde se identificó las operaciones necesarias y como herramienta se utilizó el diagrama de operaciones, para entender mejor todo el proceso de Elaboración del kit de Desagüe.

Diagrama de operaciones: Según Niebel y Frievalds el diagrama de flujo de operaciones o diagrama de proceso de la operación muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal. Así, el analista de métodos y las personas en áreas relacionadas encuentran esta técnica útil para desarrollar nuevas distribuciones y mejorar las existentes” (2009).

- **Diseño de las Piezas:** Se implementó un manual de procedimientos para simplificar operaciones, también se realizó un diagrama de recorrido e identificó recorridos innecesarios que pueden ser simplificados.
- **Distribución de Planta:** Se propuso mejorar la conexión entre las áreas para optimizar distancias.

Ambos enfoques fueron enlazados por su relación en disminuir recorridos para ello se utilizaron las siguientes herramientas:

Manual de Procedimientos: El manual de procedimientos es un componente del sistema de control interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones o actividades que se realizan en una

organización. El sistema de control interno aparte de ser una política de gerencia se constituye como una herramienta de apoyo para las directivas de cualquier empresa para modernizarse, cambiar y producir los mejores resultados, con calidad y eficiencia.

Diagrama de Recorrido: Un diagrama de recorrido de actividades es una representación de la distribución de las zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de procesos (Niebel, 2009)”. Este diagrama complementa el diagrama de flujo de procesos pues permite visualizar los transportes en el plano de las instalaciones, indicando las posibles aéreas congestionadas, los avances y retrocesos del proceso, con ellos facilita el desarrollo de una mejor distribución de planta.

- **Preparación y Herramientas:** Se elaboró un estudio de tiempos que influyó en la mejora de productividad de la mano de obra a través de diagrama hombre máquina.

Estudio de tiempos: Según Salazar (2012), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución preestablecida.

Según Niebel y Freivalds (2009), para realizar el correcto estudio de tiempos, la persona encargada debe tener las herramientas necesarias para esta actividad. Es de gran ayuda para ello tener las siguientes herramientas:

- ☐ Cronómetro
- ☐ Plantillas/formularios de estudio de tiempos
- ☐ Tablero de observaciones

Cálculo del tamaño de muestra: Según Montgomery (2009), el cálculo del tamaño de muestra es una etapa previa al cronometraje de los procesos y es de mucha importancia ya que así se podrá tener una seguridad estadística de que los datos son relevantes para el estudio.

Los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones son:

☐ Método Estadístico

☐ Método Tradicional

El método estadístico el cual se usó en la presente requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

Nivel de confianza del 95,45%

Margen de error del $\pm 5\%$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma b - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (9)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Valoración del ritmo de trabajo: La valoración es una de las etapas más críticas dado que se determina a criterio de la persona encargada de esa actividad. Por lo general se tiene como meta determinar tiempos estándares de ejecución y establecer sistemas de remuneración por eficiencia de estos. Para Salazar

(Estudio de tiempos) el criterio de la valoración se desarrolla comparando el ritmo real del trabajador con cierta noción que se tenga sobre el ritmo de trabajo estándar. Esto se logra mentalmente apreciando como se trabaja de manera natural los trabajadores calificados cuando operando con el método establecido de trabajo. Sin embargo, hay que hacer hincapié que no existe un método de valoración universal.

El sistema de Westinghouse es la evaluación de cuatro factores de manera cuantitativa y cualitativa de forma tal que se pueda obtener su clase, su categoría y el porcentaje que corresponda para de esta manera realizar una suma algebraica que permita obtener en números o porcentaje la evaluación del operario.

Este método de valoración considera cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia tal como se muestra en la figura 5.

La "habilidad" se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar la habilidad desplegada por el operario, luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

El "esfuerzo" se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

Las "condiciones" son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc.

La consistencia es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Figura 5: Factores a evaluar-valoración del operario

Los factores en la tabla se sumarán o restarán a la valoración estándar que es considerada como 100%. Una vez obtenido las valoraciones por cada elemento de trabajo, se procederá a calcular el tiempo normal de trabajo. Este tiempo se halla multiplicando la valoración 24 por el tiempo observado. El tiempo normal es el tiempo que una persona se demora en hacer la actividad de manera de tal manera que no se cuente demoras o acciones rápidas sino un tiempo normalizado.

Tiempo Estándar: El cálculo del tiempo estándar estará basado en los cálculos previos del tiempo normal y suplementos que se han hecho por cada toma de tiempos. Se requiere de una gran capacidad de análisis de consistencia de los datos tomados en las fases previas para poder tomar decisiones de los resultados que se presenten.

Diagrama Hombre – Máquina: El diagrama de procesos hombre-máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez, muestra

la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo.

El diagrama de proceso hombre-máquina terminado muestra claramente el área en la que ocurre el tiempo ocioso de máquina y el tiempo ocioso del trabajador. Por lo general, estas áreas son un buen lugar para comenzar a llevar a cabo mejoras. Sin embargo, el analista también debe comparar el costo de la máquina ociosa con el del trabajador ocioso. Es sólo cuando se considera el costo total que el analista puede recomendar con seguridad un método por encima de otro.

3. Metodología para diseñar e implementar mejoras en el área de operaciones en función del diagnóstico realizado.

Fase 1: Mantenimiento preventivo - Enfoque: Secuencia y proceso de fabricación.

El mantenimiento preventivo como su nombre lo dice, son las labores que se realizan antes de que ocurra algún desperfecto en la maquinaria, evita las paradas no programadas, las cuales se generan debido a que el personal está acostumbrado a hacer trabajar las máquinas por largos períodos de tiempo sin efectuar mantenimiento, este mantenimiento es una actividad programada de inspecciones de funcionamiento, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, entre otras, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido, y de esta manera mejorar la disponibilidad y la fiabilidad de las operaciones en una planta de producción.

Cuando únicamente realizamos un mantenimiento correctivo, el término "mantenimiento" es sinónimo de "reparación", no quiere decir que no pueda

existir este tipo de intervenciones, de hecho, el fin de todo tipo de mantenimiento es reparar o sustituir componentes dañados, con la finalidad de alargar la vida útil de la máquina, y para ello son inevitables las intervenciones correctivas. El mantenimiento tiene un enlace con la calidad de los productos, una máquina con un buen mantenimiento produce menos desperdicio que una máquina con un mantenimiento deficiente.

Un equipo con un buen mantenimiento aumenta la capacidad de producción y representa una entrada secundaria a producción. Por lo tanto, el mantenimiento afecta la producción al aumentar la capacidad de producción y controlar la calidad y la cantidad de salida.

Dentro del mantenimiento preventivo se pueden diferenciar dos clases de estrategias: La inspección a través del uso de los sentidos de una persona y, en algunos casos, instrumentos de medida para determinar la condición de una maquinaria y; el monitoreo de la condición, a través de la medición de algún parámetro con la finalidad de descubrir señales de falla inminente, como por ejemplo la vibración, la condición del aceite, emisiones acústicas, etc.

La figura 6 ilustra relaciones entre producción calidad y mantenimiento.

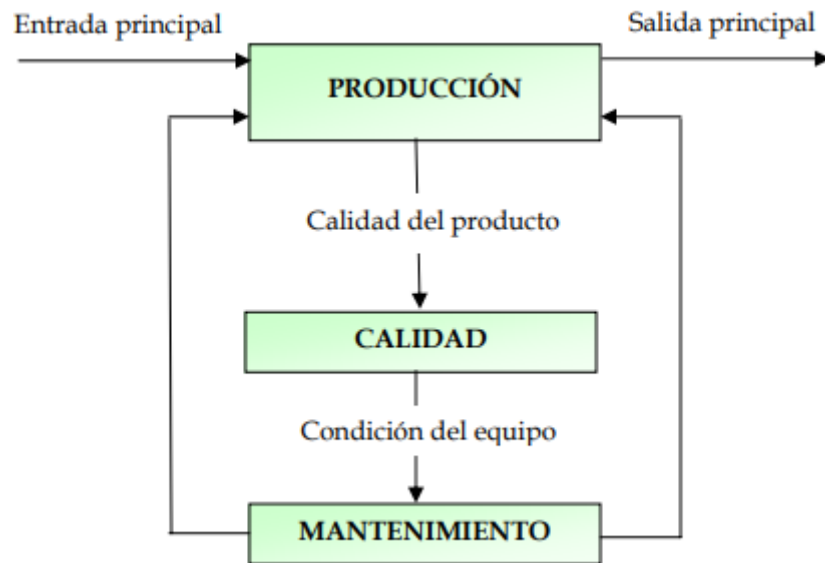


Figura 6: Relación entre Calidad, producción y mantenimiento

Disponibilidad Total: Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y operatividad. El cálculo de este indicador toma en cuenta la sumatoria del tiempo por paradas planificadas, que corresponden a los procesos rutinarios de mantenimiento, así como la sumatoria del tiempo por paradas no planificadas, que corresponden a la ocurrencia de imprevistos y fallas de los equipos.

La disponibilidad de una máquina, equipo, sistema o activo físico se encuentra definida en gran medida por su MTBF o tiempo medio entre fallas, y también por su MTTR o tiempo medio para reparación (Garrido, 2016) tal como se muestra en la ecuación 10:

$$\text{Disponibilidad: } \frac{HT - HM}{HT} \quad (10)$$

Donde:

HT: Horas Totales

HM: Horas paradas por mantenimiento

Fase 2: Metodología de las 5 S – Enfoque: Diseño del trabajo

Este método es considerado como uno de los principios básicos de la manufactura esbelta para maximizar la eficiencia en los lugares de trabajo, y dar la posibilidad de contar con diversificación de productos, calidad más elevada, menores costos, entregas fiables, etc.

El nombre de las 5 S tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra “S”, Seiri: Organizar; Seiton: Ordenar; Seiso: Limpiar; Seiketsu: Estandarizar, y Shitsuke: seguimiento. A continuación, se detallará cada una de ellas:

1. Seiri (Organizar) significa remover de nuestras áreas de trabajo todo lo que no necesitamos para realizar nuestras operaciones productivas.
2. Seiton (Ordenar) es ordenar los artículos, equipos y documentos que se necesitan para facilitar su uso e identificar, de manera adecuada, para encontrarse y, luego regresar a su función habitual.
3. Seiso (Limpiar) quiere decir mantener en buenas condiciones en el equipo de trabajo y la conservación limpia del medio ambiente que lo rodea.
4. Seiketsu (Estandarizar) es definir una manera consistente de llevar a cabo las actividades de selección, organización y limpieza.
5. Shitsuke (Seguimiento) es crear las condiciones que fomenten el compromiso de los integrantes de la organización para formar un hábito con las actividades relacionadas.

Para medir cuantitativamente los beneficios que se obtienen con la ejecución de las 5 S se establecieron indicadores, con la finalidad de realizar comparaciones entre el estado actual y el futuro del proceso. Previo al desarrollo de las 5 S se

realizó un diagnóstico a todas las áreas de trabajo, donde se identificaron los problemas del proceso. La planificación de las 5 S se realizó de manera metodológica y detallada, describiendo las actividades a realizarse, las técnicas y los materiales necesarios para su ejecución.

En la primera S se seleccionaron y clasificaron la materia prima existente en el área de estudio. Continuando con la segunda S, donde se ordenó los materiales antes clasificados. La tercera S constó en desarrollar la limpieza, inspeccionando las de máquinas. Finalmente se aplicó la estandarización y disciplina de esta metodología. Los resultados muestran una mejora significativa en los niveles de productividad, gracias a la implementación de esta metodología.

Con el fin de que todos los trabajadores se mantengan en pie con esta metodología se realizarán evaluaciones mensuales con un formato de auditoría como se aprecia en la figura 37, esta cuenta con criterios de evaluación (ver tabla 2), para poder verificar en que rango y estado se encuentra la implementación de esta metodología.

Tabla 2: Criterios de clasificación - Auditoría

Criterios para la clasificación		
Nivel 1	Inicial	Se ejecuta esporádicamente, no existen procedimientos
Nivel 2	Gestionado	El estándar 5 S se encuentra evolucionando
Nivel 3	Definido	Se implementan estándares y se ejecutan planes de acción
Nivel 4	Predecible	Se controla y se mide
Nivel 5	Optimizado	Se busca la mejora continua, se plantean acciones correctivas

Fuente: Puell (2012)

2.1 Procedimiento

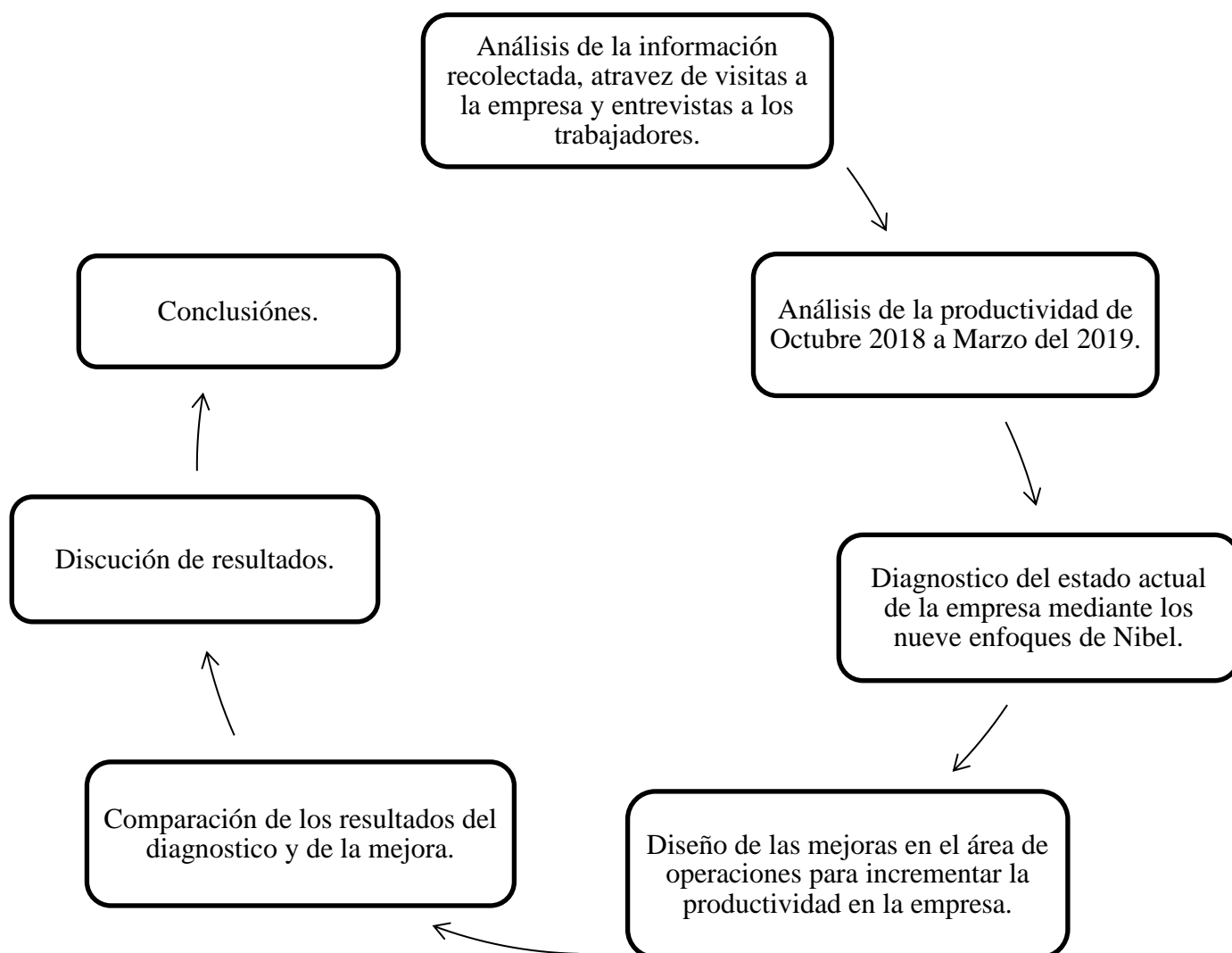


Figura 7: Procedimiento de trabajo

Tabla 3: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Procesos	Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. (Criollo G., 2005)	Propósito de la operación (Identificar operaciones necesarias e innecesarias)	% Operaciones necesarias e innecesarias
		Diseño de las Piezas (Manual de procedimientos)	% Procedimientos documentados
		Distribución de Planta (Diagrama de Recorrido)	Tiempo de Desplazamiento
		Secuencia y Proceso de Fabricación (Mantenimiento Preventivo Total)	% Disponibilidad de la máquina
		Preparación y herramientas (Estudio de Tiempos, Diagrama hombre máquina)	% Tiempo productivo
		Diseño del Trabajo (Las 5 S)	Nivel de cumplimiento de la implementación de 5 S
Variable Dependiente: Productividad	La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida y los recursos utilizados para obtener así la producción. (Benjamin, 2006)	Eficiencia Económica	Eficiencia económica
		Eficiencia Física	% de Eficiencia física
		Mano de Obra	Aumento de la productividad respecto a la mano de obra
		Materia Prima	Aumento de la productividad respecto a la materia prima
		Tiempo de Ciclo	Minutos de elaboración del Kit de Desagüe
		Actividades Productivas	% Actv. Productivas
		Actividades Improductivas	% Actv. Improductivas

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Análisis del comportamiento de la productividad

Para la investigación se analizó el comportamiento de la productividad (en los periodos de octubre 2018 a marzo 2019), del proceso de elaboración de los Kits de desagüe conformados por 4 piezas-parte: bases, cuerpos, marcos y tapas.

El promedio de la producción actual está en 60 unidades de cada pieza-parte al día, en una jornada de trabajo de 8 horas diarias por 6 días a la semana. Donde solo se utiliza el 75 % del tiempo para realizar el Kit de desagüe, por lo tanto, se emplean 360 minutos que equivalen a 6 horas al día. El resto de tiempo se utiliza en la producción de otros productos.

En el área de operaciones laboran 6 operarios distribuidos en la producción de cada pieza-parte, de la siguiente manera:

- 2 operarios elaboran bases y cuerpos.
- 1 operario en el área de cortado del alambrón para los marcos y tapas.
- 1 operario en el área de soldado para los armazones de los marcos y tapas.
- 1 operario en el área de concreto para los marcos.
- 1 operario en el área de concreto para las tapas.

Con la información obtenida y especificada anteriormente procedemos a calcular:

3.1.1 Eficiencia Económica

Para el cálculo de la eficiencia económica utilizando la ecuación 2, nos basamos en la información que la empresa nos brindó, la cual se detalla a continuación en la tabla número 4.

Tabla 4: Eficiencia económica

Inversión	
Sueldos	S/.17000.00
Impuestos	S/2,000.00
Servicios	S/2,350.00
Materiales	S/3,600.00
Insumos	S/20,540.00
Útiles oficina	S/3,670.00
Limpieza	S/ 1,000.00
Herramientas	S/ 1,540.00
Combustible	S/2,400.00
Capacitación	S/1,400.00
TOTAL:	S/ 55 500.00

Tabla 5: Ingreso aproximado Mensual

Producto	Nº producción al mes	Precio	Ingresos
Kits de Desagüe	60 productos * 6 días * 4 sem = 1440	S/. 80	S/115 200

$$Ee = \frac{115\,200 \text{ soles}}{55\,500 \text{ soles}} = 2.07 \text{ soles}$$

Interpretación: Por cada sol invertido se obtiene 1.07 soles de ganancia. Se puede observar que la eficiencia económica es mayor que la unidad, por lo tanto, se generan beneficios para la empresa.

3.1.2 Eficiencia Física

Para la producción mensual de 1440 kits de desagüe, se requieren 719 bolsas de cemento mensuales, lo que equivale a 30 557.5 kg de cemento al mes. Según la información que nos brindó la empresa se desperdicia el 15% de concreto durante el proceso de elaboración de los Kits, que equivale a 4583.625 Kg desperdiciados al mes.

Por lo tanto, mensualmente se utiliza 25 973.875 Kg en el producto correctamente terminado, obteniendo una eficiencia física según la ecuación 3, como se muestra:

$$Ef = \frac{25\,973.875\text{Kg}/mes}{30\,557.5\text{ kg}/mes} = 0.85$$

Interpretación: El 0.85 nos indica que se aprovecha en el producto final el 85% de la materia prima de entrada.

3.1.3 Productividad mano de obra

Se hizo cálculos en base a horas hombre (h-H) trabajadas utilizando la ecuación 4 como se muestra:

$$p(mo-bases \text{ ó cuerpos}) = \frac{60 \frac{und}{dia} (6 \text{ día}/sem)(4 \text{ sem}/mes)}{(6*2 \text{ h-H})(6 \text{ días}/sem)(4 \text{ sem}/mes)} = 5 \text{ und} / \text{h-H}$$

Interpretación: Por cada hora hombre se logra producir 5 unidades de cada base o cuerpo.

Para marcos y tapas se requiere 3 operarios:

$$p(mo - marcos \text{ ó tapas}) = \frac{60 \frac{und}{dia} (6 \text{ día}/sem)(4 \text{ sem}/mes)}{(6*3 \text{ h-H})(6 \text{ días}/sem)(4 \text{ sem}/mes)} = 3.3 \text{ und} / \text{h-H}$$

Interpretación: Por cada hora hombre se logra producir 3.3 unidades de marcos o tapas.

3.1.4 Productividad de Materia Prima

Con la información brindada por la empresa y utilizando la ecuación 5, se halló la cantidad de materia prima que se está utilizando para la fabricación de cada pieza del Kit de desagüe, de acuerdo con la cantidad producida y la materia prima utilizada:

Materia prima de Bases:

$$p(mp-bases) = \frac{60 \frac{und}{día} (6 días) (4 sem)}{(16 bolsas de \frac{cemento}{día}) (6 días) (4 sem)} = 3.75 \text{ unid/bolsa}$$

Interpretación: Por cada bolsa de cemento se producen 3.75 unidades de cada base.

Materia prima de Cuerpos:

$$p(mp-cuerpos) = \frac{60 \frac{und}{día} (6 días) (4 sem)}{(10.67 bolsas de \frac{cemento}{día}) (6 días) (4 sem)} = 5.6 \text{ unid / bolsa}$$

Interpretación: Por cada bolsa de cemento se producen 5.6 unidades de cada cuerpo.

Materia Prima de Marcos o Tapas:

$$p(mp-marcos \text{ ó } tapas) = \frac{60 \frac{und}{día} (6 días) (4 sem)}{(16.67 kg \frac{alambrón}{día}) (6 días) (4 sem)} = 3.6 \text{ armazones m ó t/ kg alambrón}$$

Interpretación: Por cada kg de alambrón se producen 3.6 armazones al día para marcos y 3.6 armazones al día para tapas.

$$p(mp - marcos \text{ ó } tapas) = \frac{60 \frac{und}{día} (6 días) (4 sem)}{(3.3 bolsas \frac{cemento}{día}) (6 días) (4 sem)} = 18.18 \text{ m ó t/ kg alambrón}$$

Interpretación: Por cada bolsa de cemento se producen 18 unidades de cada marco o de cada tapa según sea el caso.

3.1.5 Tiempo de ciclo

Utilizando la ecuación 6, se sabe que se utilizan 6 horas al día para la producción de los Kits de desagüe, sabiendo que se producen 60 unidades al día, el tiempo de ciclo se detalla a continuación:

$$C = \frac{(360 \text{ min/día})}{60 \frac{und}{d}} = 6 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

Interpretación: El tiempo de ciclo del proceso estaría en 6 minutos por cada Kit de desagüe.

3.1.6 Actividades Productivas e improductivas

Luego se calcularon las Actividades productivas e Improductivas de cada proceso a través de los diagramas analíticos como se muestran en las figuras 8, 9 y 10:

DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE BASES Y CUERPOS							
Método Actual de la Empresa							
Descripción	Operación	Inspección	Tranporte	Demora	Almacenamiento	Tiempo estimado (minutos)	Distancia (metros)
Cemento espera en el almacén de materia prima	○	□	➡	D	▽	0	0
Traslado del cemento desde el almacén al área de concreto	○	□	➡	D	▽	5 min	100
Agregado y mezclado de la materia prima en la máquina mezcladora	○	□	➡	D	▽	5 min	5
Baseado de la mezcla a la carretilla	○	□	➡	D	▽	1 min	1
Traslado de la mezcla a la máquina vibradora	○	□	➡	D	▽	0.083 min	3
Moldeado de la mezcla en la máquina	○	□	➡	D	▽	1 min	0
Traslado al área de secado	○	□	➡	D	▽	0.083 min	5
Desmoldado de la caja	○	□	➡	D	▽	0.16 min	0
RESUMEN CANTIDAD	4	1	3	0	1	12.326 min	114

Figura 8: Diagrama analítico del proceso de las Cajas

DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE LOS MARCOS							
Método Actual de la Empresa							
Descripción	Operación	Inspección	Tranporte	Demora	Almacenamiento	Tiempo estimado (minutos)	Distancia (metros)
Examinar medidas establecidas del alambrón	○	□	➡	D	▽	0.083 min	0
Cortado del Alambrón	○	□	➡	D	▽	0.083 min	1
Traslado al área de soldado	○	□	➡	D	▽	0.16 min	5
Soldado del alambrón	○	□	➡	D	▽	4min	0
Traslado del armazón al área de concreto	○	□	➡	D	▽	1min	25
Cemento en almacén	○	□	➡	D	▽	0	0
Traslado del cemento al área de concreto	○	□	➡	D	▽	5min	100
Agregado y mezclado de la materia prima (manual)	○	□	➡	D	▽	4min	0
Moldeado de la mezcla y el armazón en la máquina	○	□	➡	D	▽	3 min	2
Traslado al área de secado	○	□	➡	D	▽	0.50 min	5
RESUMEN CANTIDAD	4	2	4	0	1	17.826	138

Figura 9: Diagrama analítico del proceso de Marcos

DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE LAS TAPAS							
Método Actual de la Empresa							
Descripción	Operación	Inspección	Tranporte	Demora	Almacenamiento	Tiempo estimado (minutos)	Distancia (metros)
Examinar medidas establecidas del alambcón	○	□	➡	D	▽	0.083 min	0
Cortado del Alambcón	○	□	➡	D	▽	0.083 min	1
Traslado al área de soldado	○	□	➡	D	▽	0.16 min	3
Soldado del alambcón	○	□	➡	D	▽	4min	0
Traslado del armazón al área de concreto	○	□	➡	D	▽	1 min	35
Cemento en almacén	○	□	➡	D	▽	0 min	0
Traslado del cemento al área de concreto	○	□	➡	D	▽	5min	100
Agregado y mezclado de la materia prima (manual)	○	□	➡	D	▽	4min	0
Moldeado de la mezcla y el armazón en la máquina vibradora	○	□	➡	D	▽	2min	2
Emparejado de la tapa y/o marco	○	□	➡	D	▽	1 min	0
Traslado al área de secado	○	□	➡	D	▽	0.50 min	5
Desmoldar y pulir	○	□	➡	D	▽	1 min	0
Estampado de la marca	○	□	➡	D	▽	0.083 min	1
RESUMEN CANTIDAD	7	2	4	0	1	18.90min	147

Figura 10: Diagrama Analítico del proceso de Tapas

De acuerdo con el diagrama de procesos hallamos el porcentaje de las actividades productivas e improductivas de las bases y cuerpos utilizando las ecuaciones 7 y 8.

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\Sigma(7.16 \text{ min})}{\Sigma(12.326 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \% 58$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\Sigma(5.16 \text{ min})}{\Sigma(12.326 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \% 42$$

Porcentaje de las actividades productivas e improductivas de los marcos:

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\Sigma(11.16 \text{ min})}{\Sigma(17.826 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \% 63$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\Sigma(6.66 \text{ min})}{\Sigma(17.826 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \% 37$$

Porcentaje de las actividades productivas e improductivas de las tapas:

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\Sigma(12.249 \text{ min})}{\Sigma(18.90 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \% 65$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\Sigma(6.66 \text{ min})}{\Sigma(18.90 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \% 35$$

3.2 Diagnóstico del estado actual del área de operaciones y propuestas de mejora.

La empresa produce tapas para buzones, kits de desagüe, y demás componentes de concreto para obras civiles. Sin embargo, los kits constituyen el 75% de su demanda, como ya se explicó anteriormente.

Usando los criterios de la matriz producto proceso, el ciclo de vida de los kits corresponde al de la cuarta columna (ver figura 12), dado que el volumen de fabricación se produce en elevadas cantidades, la gama es estrecha ya que solo se usa 4 partes para el kit y las medidas que lo conforman están establecidos por el Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento de acuerdo con el compendio Normativo de Saneamiento (Saneamiento, 2016), y el modelo está fuertemente estandarizado porque se cumple con fabricar un modelo estandarizado de cada parte pieza que lo conforman (figura 11):



Figura 11: Modelo del Kit de desagüe

Y horizontalmente hay poca flexibilidad de la línea para producir variedad de productos, por tanto, se puede decir que hay baja flexibilidad. Este análisis ubicado dentro de la matriz categoriza a la línea como una de producción continua (figura 12). Este diagnóstico es importante para el análisis ya que el principal problema de este tipo de línea de producción son los cuellos de botella.

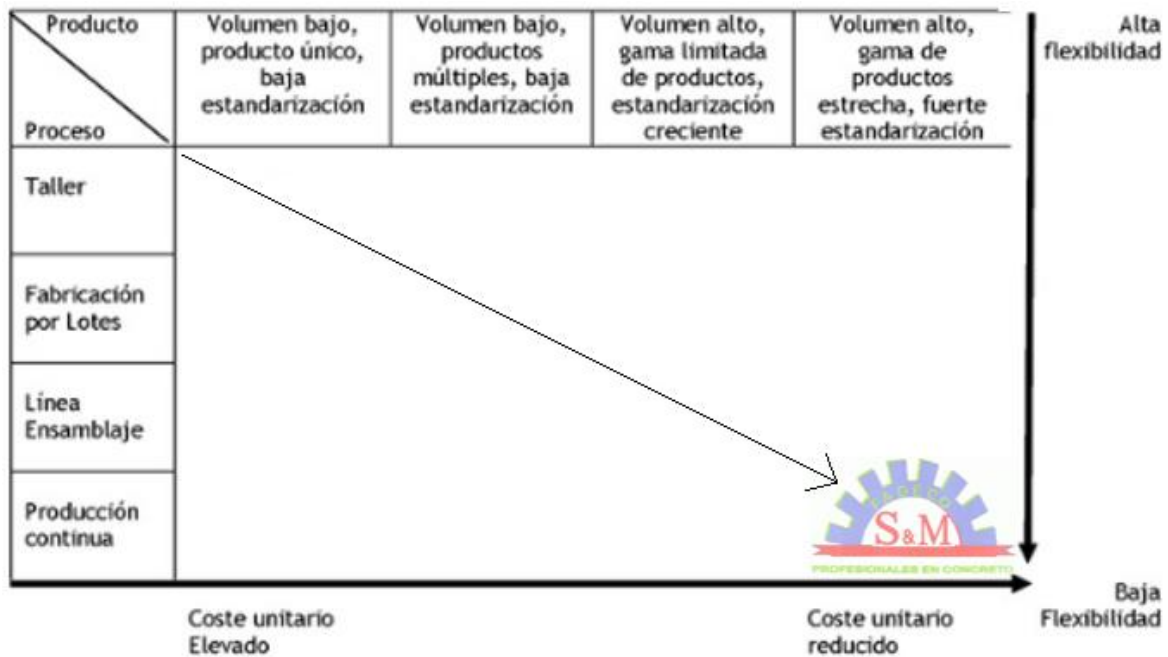


Figura 12: Matriz Producto - Proceso Empresa Fadeco San Martín E.I.R.L

Los cuellos de botella afectan a la productividad en este sentido en el diagnóstico del proceso en base a los 9 enfoques de Niebel se puso especial énfasis en su detección, pero sin dejar de lado otros aspectos que podrían estar interviniendo o afectando este indicador.

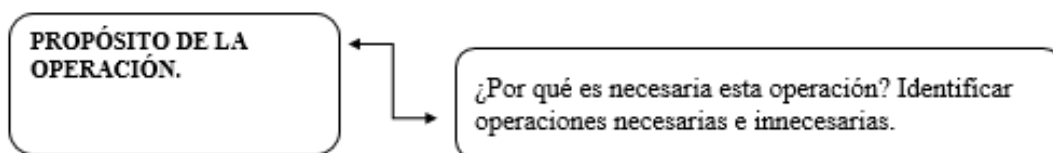


Figura 13: Enfoque-Propósito de la operación

Para la fabricación de los Kits de Desagüe, se inicia con la elaboración de bases y cuerpos que comparten materia prima a procesar y las mismas estaciones del proceso. Los marcos y tapas de desagüe inician con la elaboración del armazón compartiendo la misma línea de producción y materia prima; ambas piezas-parte comparten la línea de producción hasta el proceso de moldeado; en el caso de las tapas continúa con dos procesos más: el pulido y el estampado de la marca.

Finalmente, las 4 piezas pasan al área de secado en el cual no se utiliza capacidad de proceso y para entregar el Kit simplemente se toma de cada parte – pieza terminada formando el Kit de desagüe, como se muestra en la figura 14:

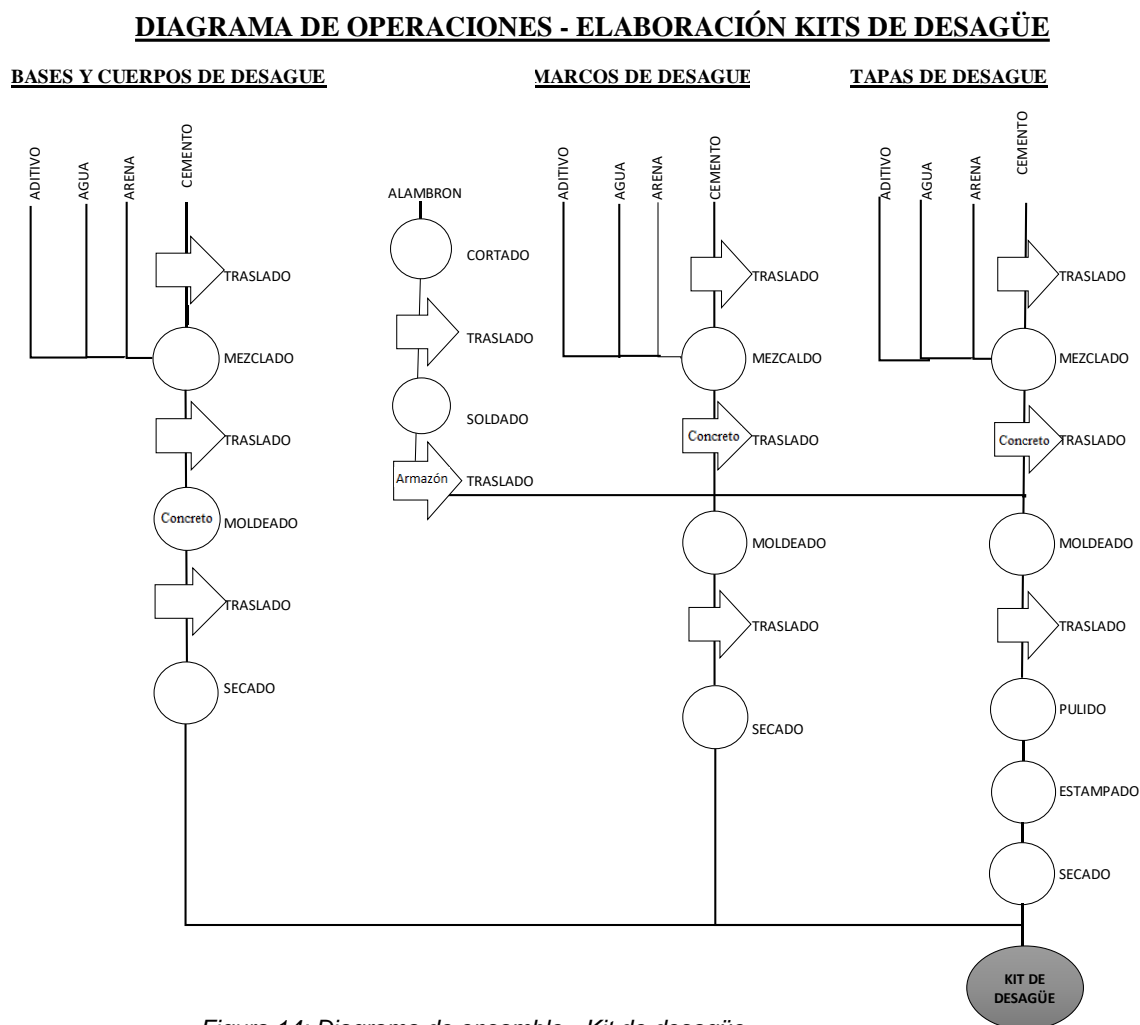


Figura 14: Diagrama de ensamble - Kit de desagüe

Para el análisis que se hizo sobre la permanencia o no de alguna de las actividades como parte del proceso se contó con el apoyo del encargado del área de operaciones, cuyas apreciaciones al respecto se muestran en la tabla 5:

Tabla 6: Propósito de la operación - Bases y Cuerpos de Desagüe

Operación	¿Porque es necesaria?
Traslado	Es necesaria porque el insumo principal que es el cemento se encuentra en el almacén, un poco alejado del área de mezclado.
Mezclado	Porque se tienen que mezclar todos los insumos para formar el concreto y este es un recurso fundamental para la fabricación del producto.
Traslado	Es importante trasladar la mezcla preparada a la máquina vibradora, para el moldeado respectivo.
Moldeado	Es necesaria esta operación, porque el concreto debe tomar la forma del molde para formar las bases y cuerpos.
Traslado	Es necesario trasladar al producto terminado al área de secado.

Tabla 7: Propósito de la Operación - Marcos de Desagüe.

Operación	¿Porque es necesaria?
Cortado	Es necesario cortar el alambón según el tamaño establecido para marcos.
Traslado	Las partes cortadas del alambón deben ser trasladadas al área de soldado
Soldado	Es necesario soldar las partes cortadas del alambón para formar el armazón de los marcos.
Traslado	Es importante trasladar el armazón y el cemento al área de mezclado.
Mezclado	Es necesaria esta operación, porque se tienen que mezclar todos los insumos para formar el concreto y este es un recurso fundamental para la fabricación del producto.
Moldeado	Es necesaria esta operación, porque el concreto debe tomar la forma del marco con la ayuda de un molde.
Traslado	Luego que el producto está listo, es necesario que sea trasladado al área de secado.

Tabla 8: Propósito de la operación - Tapas de Desagiie

Operación	¿Porque es necesaria?
Cortado	Es necesario cortar el alambón según el tamaño establecido para las tapas.
Soldado	Es necesario soldar las partes cortadas del alambón para formar el armazón de las tapas.
Traslado	Es necesaria esta operación, porque se tienen que mezclar todos los insumos para formar el concreto y este es un recurso fundamental para la fabricación del producto.
Mezclado	Es necesaria esta operación, porque se tienen que mezclar todos los insumos para formar el concreto y este es un recurso fundamental para la fabricación del producto.
Moldeado	Es necesaria esta operación, porque el concreto debe tomar la forma de un rectángulo con la ayuda de un molde para formar las tapas.
Traslado	Es necesario trasladar al producto terminado al área de secado.
Pulido	Es necesario pulir las tapas de concreto para que tengan un acabado liso y brillante.
Estampado	La empresa tiene que hacerse reconocida por su marca.

Por tanto, como se aprecia en la tabla, todas las operaciones que actualmente se desarrollan para la fabricación de los kits son necesarios.

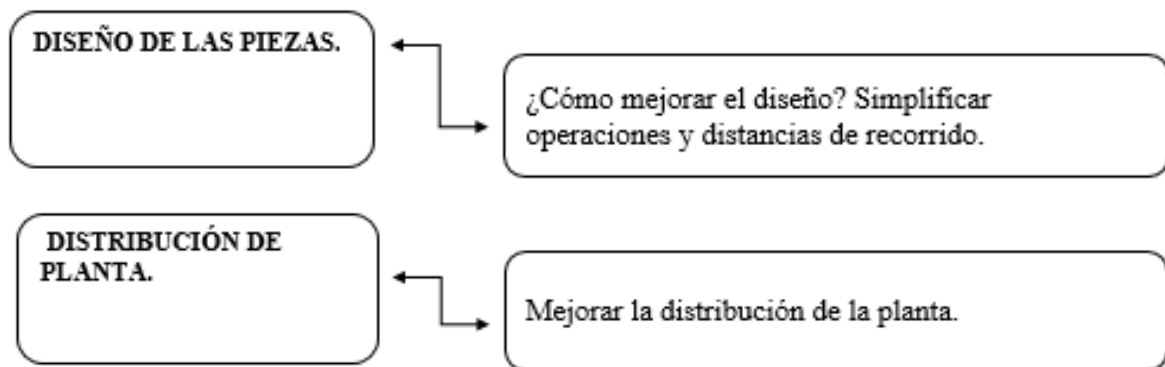


Figura 15: Enfoque- Diseño de las piezas, Distribución de planta.

En este caso se trabajó uniendo los dos enfoques de Diseño de piezas y Distribución de planta ya que mantienen relación en cuanto a la mejora del área de trabajo, con ambos se quiere lograr disminuir distancias de recorrido, mantener el orden, estos nos hablan de mejorar el diseño, como ya se mencionó anteriormente del lugar y de cada pieza-parte, ya se encuentra establecido por el ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento.

En cuanto a simplificación de operaciones la empresa no cuenta con un manual de procedimiento para la elaboración de cada producto, simplemente internamente realizan el trabajo según la cantidad que se les indicada.

Propuesta de mejora:

Se realizará un manual de procedimientos (ver imagen 16-22) para evitar acciones innecesarias como supervisiones que no aplican, o realizar doble vez una acción, etc., al eliminar estos aspectos se simplifica el proceso, por lo tanto, el manual en este caso si ordena y soporta las intenciones de incrementar la productividad al ganar tiempo en concentrarse en acciones necesarias.


	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	CODIGO: 301.10.02-1
	PROCESO DE ELABORACION DE KITS DE DESAGÜE	VERSION: 01 FECHA: 15/03/2019
<p>1. INTRODUCCION</p> <p>El manual de procedimientos para la elaboración de los Kits de desagüe en el área de producción, ayudará a ordenar las operaciones para evitar acciones innecesarias. Este manual se debe cumplir obligatoriamente por todos los operarios en el área, y ellos mismos deben estar pendientes que este se realice de la manera adecuada como indican los 4 procedimientos.</p> <p>El presente manual, tiene como finalidad organizar cada actividad a realizar para la elaboración de los Kits de desagüe, aplicando el manual como una herramienta técnica para mejorar y ordenar los procesos y la técnica de los trabajadores, así como también simplificar actividades innecesarias para ahorrar tiempos y aumentar la</p> <p>2. OBJETIVO</p> <p>Normalizar las acciones de los operarios para la elaboración eficiente y continúa de los Kits de desagüe, demostrando la capacidad de los operarios y la satisfacción para todos los miembros de la empresa. Siendo una herramienta que detallará paso a paso el procedimiento de cada operación, brindando un claro entendimiento de cada acción obteniendo un eficiente manejo de las actividades.</p> <p>3. ALCANCE</p> <p>El siguiente manual está elaborado para ser aplicado por todos los colaboradores del área de producción implicados en la elaboración de Kits de desagüe, de esta manera conseguir un orden y normalizar los procedimientos y mejorar la ejecución de las actividades descritas.</p> <p>4. RESPONSABLES</p> <p>La persona encargada del área de Operaciones será el responsable de verificar el cumplimiento del manual de procedimiento para cada proceso.</p>		

Figura 16: Manual de procedimiento - Elaboración del Kit de Desagüe


		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
Identificación del Cargo		
Nombre del Cargo:		Operario del área de Cortado
Área		Producción
Reporta a:		Encargado del Area de Operaciones
Nro:	PROCEDIMIENTOS	
1	Colocarse el equipo de protección personal antes de iniciar con el proceso, (guantes, casco, lentes, tapa oídos de inserción, mandil y zapatos de seguridad).	
2	Revisar que la máquina de cortado se encuentre en óptimas condiciones para iniciar.	
3	Colocar la bandeja debajo de la máquina recopilar las piezas cortadas de alambón	
4	Posicionar el alambón en la máquina	
5	Medir el alambón según el tamaño a cortar: 30 cm, 60 cm y 8cm	
6	Jalar la palanca de la máquina hasta cortar el alambón	
7	Llevar la bandeja al área de soldado.	

Figura 17: Manual - Área de Cortado


 <p>FADECO S&M PROFESIONALES EN CONCRETO DATOS PERÚ</p>	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Operario del área de Soldado
Área	Producción
Reporta a:	Encargado del Área de Operaciones
Nro:	PROCEDIMIENTOS
1	Colocarse el equipo de protección personal antes de iniciar con el proceso, (guantes de cuero, casco de soldar, tapa oídos de inserción, zapatos de seguridad y mandil de cuero).
2	Revisar que la máquina se encuentre en óptimas condiciones
3	Conectar la máquina de soldar.
4	Alistar los electrodos a utilizar
5	Posicionar las piezas de alambrón
6	Soldar las piezas hasta formar el armazón.
7	Verificar que las piezas estén correctamente soldadas, de ser necesario volver a soldar.
8	Colocar el armazón terminado en la carreta de metal
9	Llevar la carreta de metal con los armazones terminados al área de concreto.

Figura 18: Manual - Área de Soldado


		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
Identificación del Cargo		
Nombre del Cargo:	Operario del área de Mezclado	
Área	Producción	
Reporta a:	Encargado del Área de Operaciones	
Nro:	PROCEDIMIENTOS	
1	Colocarse el equipo de protección personal antes de iniciar con el proceso; (guantes, casco, lentes, tapa oídos de inserción, mandil, faja y zapatos de seguridad).	
3	Encender la máquina de mezclado.	
4	Los 2 operarios basean la materia prima a la máquina mezcladora: 10 latas de arena, 1 bolsa de cemento, un balde pequeño de aditivo y 1 balde agua	
5	Un operario inspecciona que el mezclado se realice correctamente, agregando agua poco a poco hasta obtener una mezcla trabajable, con un tiempo establecido de 5 minutos.	
6	Un operario traslada el molde a la máquina vibradora	
8	Un operario transportar carretillas al área de mezclado.	
9	Apagar la máquina de mezclado	
10	Un operario inclina la máquina.	
11	Un operario descarga la mezcla sobre la carretilla hasta llenarla.	
12	Llevar las carretillas al área de moldeado.	

Figura 19: Manual - Área de Mezclado


		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
Identificación del Cargo		
Nombre del Cargo:		Operario del área de Moldeado
Área		Producción
Reporta a:		Encargado del Área de Operaciones
Nro:	PROCEDIMIENTOS	
1	Colocarse el equipo de protección personal antes de iniciar con el proceso; (guantes, casco, lentes, tapa oídos de inserción, mandil, faja y zapatos de seguridad).	
4	Encender la máquina vibradora.	
5	Un operario verte el concreto en el molde.	
6	Un operario sostiene el molde mientras la máquina ayuda a cuajar el concreto dentro del mismo.	
7	Un operario verte el concreto en el molde.	
8	Los 2 operarios sostienen el molde mientras la máquina ayuda a cuajar el concreto dentro del mismo.	
9	Apagar la máquina vibradora	
10	Lleva el molde al área de secado	
11	Desmoldar la forma en el piso	
12	Lleva el molde al área de moldeado	
13	Repetir el proceso para elaborar el lote requerido	

Figura 20: Manual - Área de Moldeado

		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
Identificación del Cargo		
Nombre del Cargo:		Operario del área de Pulido
Área		Producción
Reporta a:		Encargado del Área de Operaciones
Nro:	PROCEDIMIENTOS	
1	Colocarse el equipo de protección personal antes de iniciar con el proceso; (guantes, casco, lentes, tapa oídos de inserción, mandil, faja y zapatos de seguridad).	
2	Seleccionar la regla de madera a utilizar	
3	Pulir con una regla la superficie sólo de las tapas, hasta formar un aspecto brillante	

Figura 21: Manual - Área de Pulido


		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
Identificación del Cargo		
Nombre del Cargo:		Operario del área de Estampado
Área		Producción
Reporta a:		Encargado del Área de Operaciones
Nro:	PROCEDIMIENTOS	
1	Colocarse el equipo de protección personal antes de iniciar con el proceso; (guantes, casco, lentes, tapa oídos de inserción, mandil, faja y zapatos de seguridad).	
2	Seleccionar el logo de la empresa a utilizar	
3	Presionar el logo sobre la tapas	

Figura 22: Manual - Área de Estampado

3.2.1 Diagrama de Recorrido:

Para analizar las distancias de recorrido de los procesos de fabricación del Kit de Desagüe, se realizó un diagrama de recorrido en donde se pudo observar la organización de los espacios tomando en cuenta la forma en la que se encuentran distribuidas las áreas de producción para cada pieza. El almacén de la materia prima principal (el cemento) se encuentra muy alejado del área de producción por lo que genera una demora en el traslado. La distancia recorrida para trasladar el cemento de almacén al área de producción es de 100 metros, que lleva 5 minutos entre ir, cargar de cemento a la carretilla y regresar, como se indica en el círculo de color rojo en la figura 23.

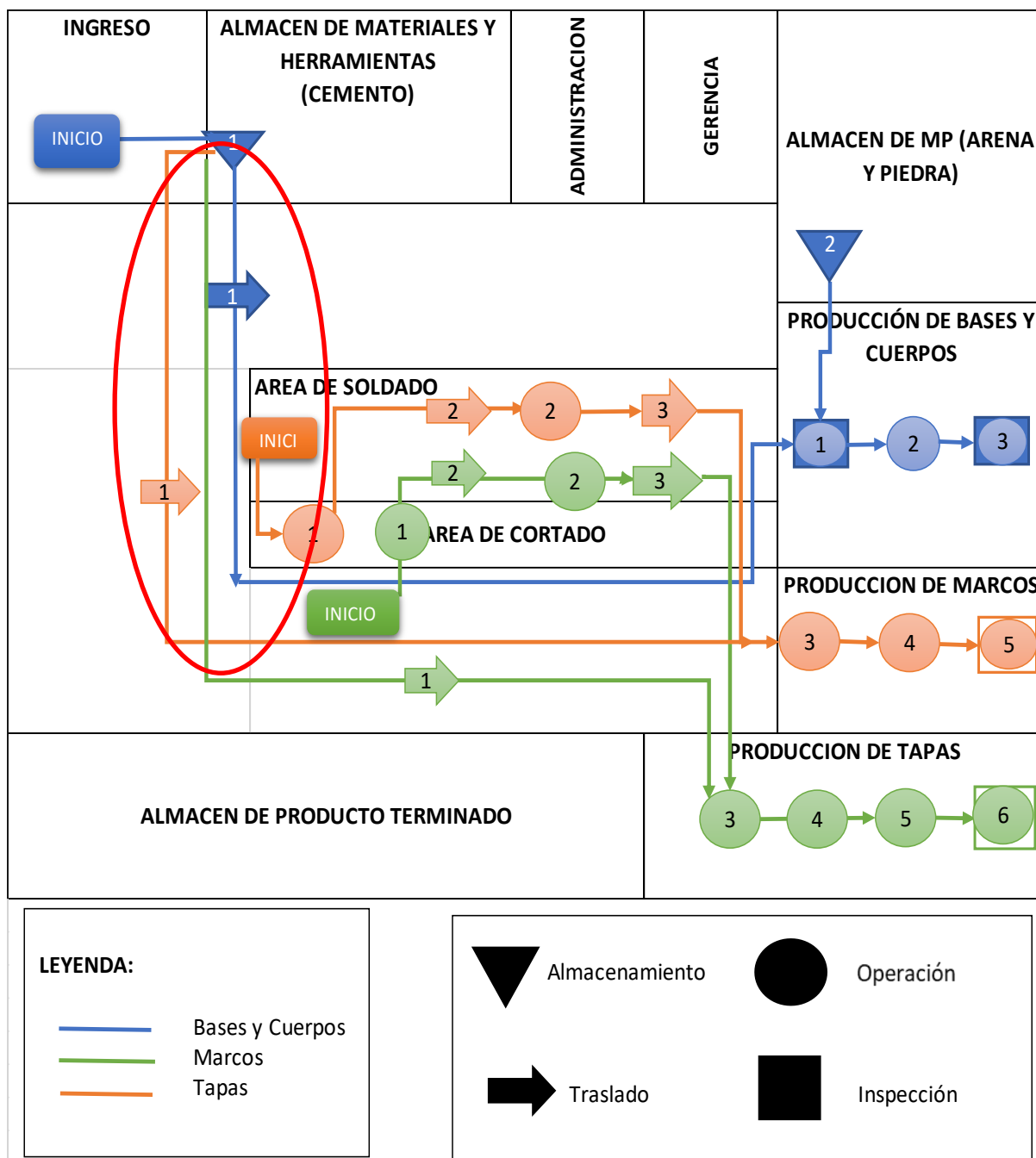


Figura 23: Diagrama de Recorrido

Se reubico el cemento del área de operaciones trasladándolo hacia el área de mezclado, logrando tener a la mano todos los recursos necesarios como se muestra en el círculo rojo (ver figura 24). Luego de la propuesta de mejora se redujo la distancia impactando el tiempo en la elaboración de las piezas.

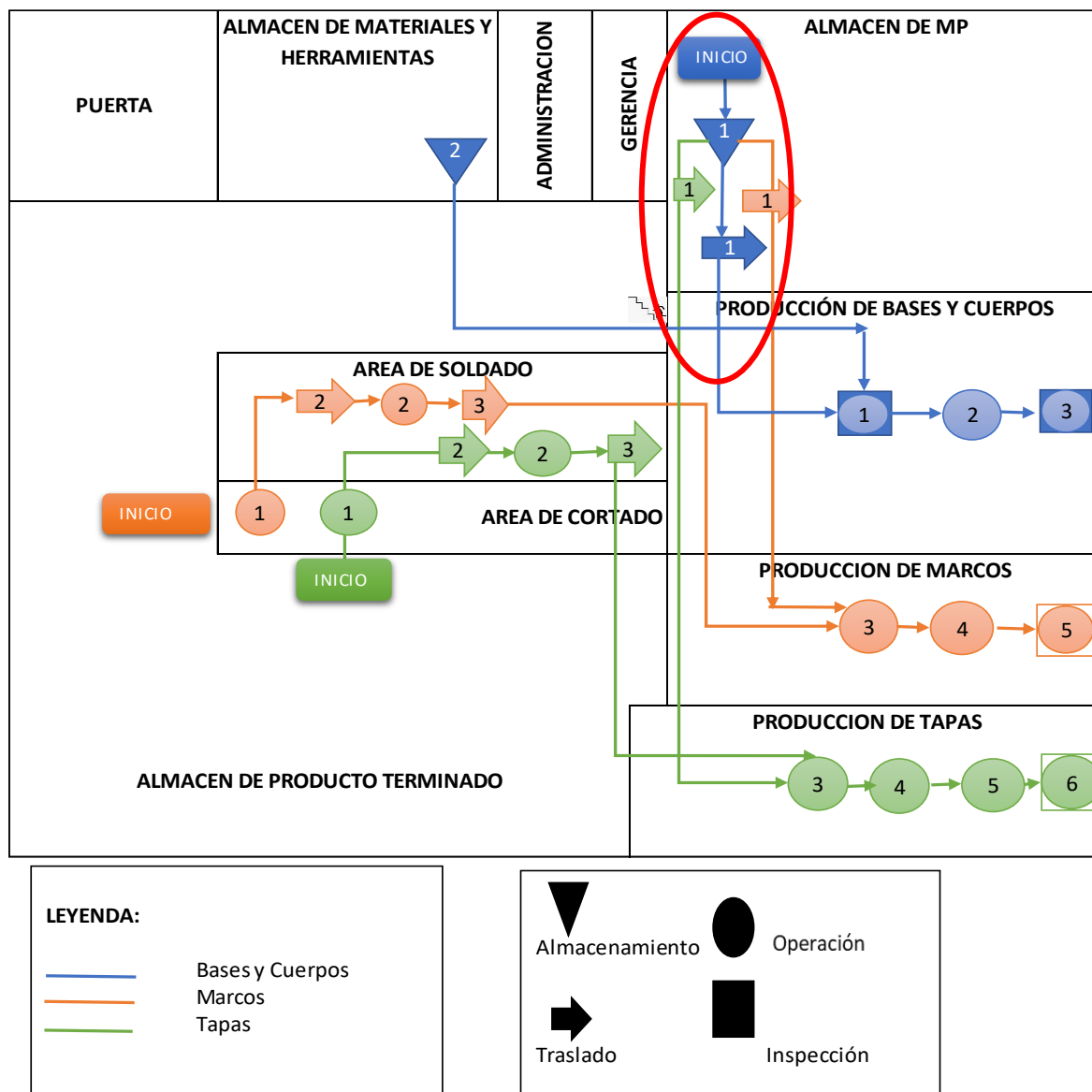


Figura 24: Mejora- Diagrama de Recorrido

Las mejoras antes mencionadas impactan de manera positiva en los tiempos de recorrido de la empresa:

- Bases y Cuerpos: Se redujo la distancia a 5 metros equivalente a 15 segundos de tiempo utilizado en el llevado del cemento hasta la máquina mezcladora.

- Marcos: Se redujo la distancia a 12 metros equivalente a 36 segundos de tiempo utilizado en el llevado del cemento hasta el área de concreto para marcos.
- Tapas: Se redujo la distancia a 20 metros equivalente 1 minuto de tiempo utilizado en el llevado del cemento hasta el área de concreto para tapas.

Con lo anteriormente mencionado, calculamos el impacto en la productividad:

Porcentaje de las actividades productivas e improductivas según las ecuaciones 7 y 8 para Bases y Cuerpos:

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\Sigma(7.16 \text{ min})}{\Sigma(7.576 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \% 94.5$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\Sigma(0.416 \text{ min})}{\Sigma(7.576 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \% 5.5$$

Porcentaje de las actividades productivas e improductivas de los marcos:

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\Sigma(11.16 \text{ min})}{\Sigma(13.426 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \% 83$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\Sigma(2.26 \text{ min})}{\Sigma(13.426 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \% 17$$

Porcentaje de las actividades productivas e improductivas de las tapas:

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \frac{\Sigma(12.249 \text{ min})}{\Sigma(14.91 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Productivas} = \% 82$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \frac{\Sigma(2.66 \text{ min})}{\Sigma(14.91 \text{ min})} \times 100$$

$$\% \text{ Actv. Improductivas} = \% 18$$

Así mismo se propuso implementar una escalera que conecte el área de producción con las oficinas, el almacén (donde se encuentran los materiales y herramientas necesarias) y los servicios higiénicos. Como se puede ver en la figura 25, la escalera fue construida generando una conexión que también ayudará a disminuir tiempos y distancias de recorrido, en donde la distancia del área de producción a las otras áreas era de aproximadamente 100 metros; y con la implementación de la escalera se calculó una distancia favorable que ahorraría tiempo y fluidez de trabajo en cada proceso, según se muestra en la tabla número 9:

Tabla 9: Distancia Actual

Soldado	30 metros
Cortado	35 metros
Producción bases y cuerpos	20 metros
Producción marcos	34 metros
Producción tapas	45 metros

Se presentó esta propuesta al administrador de la empresa y aceptó implementar la escalera como una entrada que beneficie el tiempo de recorrido de los trabajadores. Invirtiendo 2000 soles en la elaboración de esta:

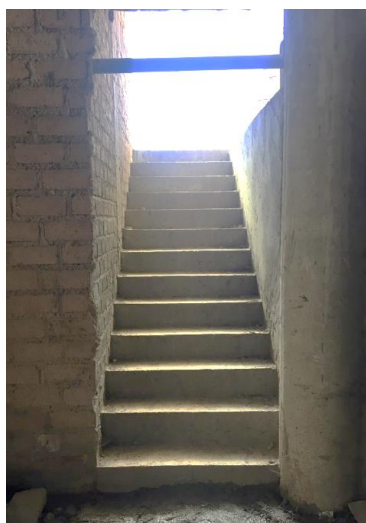


Figura 25: Escalera empresa Fadeco San Martín E.I.R.L

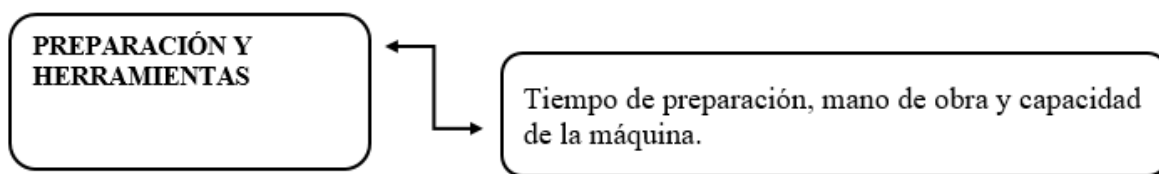


Figura 26: Enfoque-Preparación y Herramientas

3.2.2 Estudio de Tiempos

La empresa no cuenta con estudio de tiempo y movimientos, es por ello que en el siguiente enfoque se realizará un el estudio de tiempos de cada proceso en base a la observación de un operario promedio, que ya tiene estabilidad laboral, es colaborativo y permanece constantemente en capacitación; en este sentido se eligió a un operario con dichas características y a él se lo observó mediante el número de observaciones obtenidas estadísticamente, como se muestra en la tabla número 10:

Tabla 10: Cálculo número de observaciones

X	X^2
51.31	2632.72
52.58	2764.66
49.46	2446.29
50.16	2516.03
51.10	2611.21
254.61	12970.90

En donde:

X = Tiempo total de todos los Procesos de fabricación.

Por lo tanto según la ecuación 9 se obtiene:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5(12970.90) - (254.61)^2}}{254.61} \right)^2$$

$$n = 7$$

Luego, en base a 7 observaciones se realizó el estudio de tiempos de cada uno de los procesos:

- Cortado
- Soldado
- Mezclado
- Moldeado
- Pulido
- Estampado

Se utilizó el método de Westinghouse para hallar la calificación de la actuación del operario promedio, considerando 4 factores los cuales se muestran en la figura 5 anteriormente mencionada.

Tabla 11: Factor de valoración del Operario

FV del Operario Promedio	
Habilidad:	0.08
Esfuerzo:	0.05
Condiciones:	- 0.03
Consistencia:	0.01
Suma Total:	0.11

$$FV = 0.11 + 1$$

$$FV = 1.11$$

El desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidos. De esta manera se determinará si un operario ejecutó la operación a un 125%, 120%, 95%, 88% etc. y se procederá a suavizar por correlación con un rendimiento del 100%.

También se calcularon los suplementos obteniendo un porcentaje de cada proceso.

Tal como se demuestra en la figura 27, se calcula el tiempo de cada proceso en base al tiempo observado y se hallaron los siguientes resultados:

ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPOS OBSERVADOS Y VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

Nombre de la operación:	Fabricación de Kits de Desagüe	Estudio Nº:	1
Instalación - Máquina:	111%	Observaciones:	7
Tiempo estándar de la operación	00:13:44	Suplementos promedio:	14%



Figura 27: Estudio de tiempos

Tabla 12: Estudio de Tiempo del proceso de cortado.

Operación: Cortado		7/01/2019								
Elemento del Trabajo	1	2	3	4	5	6	7	TP		
Coger alambrón	00:00:02	00:00:01	00:00:02	00:00:01	00:00:01	00:00:02	00:00:01	00:00:01	TR:	00:00:05
Medir alambrón	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:01	00:00:02	00:00:02	00:00:01	00:00:02	TN:	00:00:05
Cortar alambrón	00:00:01	00:00:02	00:00:02	00:00:02	00:00:03	00:00:03	00:00:02	00:00:02	TS:	00:00:06
TP	00:00:05	00:00:05	00:00:06	00:00:04	00:00:06	00:00:07	00:00:04	00:00:05		

Tabla 13: Estudio de tiempos del proceso de soldado.

Operación: Soldado		7/01/2019									
Elemento del Trabajo	1	2	Observaciones		3	4	5	6	7	TP	
											TR: 0:04:00
Acomodar las piezas de alambrón	00:02:00	00:02:30	00:01:54	00:02:06	00:02:02	00:01:45	00:01:30	0:01:58			TN: 00:04:01
Soldar las piezas	00:02:10	00:01:30	00:02:20	00:01:52	00:02:39	00:01:55	00:01:57	0:02:03			TS: 00:4:35
TP	00:04:10	00:04:00	00:04:14	00:03:58	00:04:41	00:03:40	00:03:27	0:04:01			

Tabla 14: Estudio de tiempo del proceso de Mezclado

Operación: Mezclado		7/01/2019								
Elemento del Trabajo	Observaciones							TP		
	1	2	3	4	5	6	7		TR:	
Colocar o preparar a mezcla de MP	00:01:00	00:01:08	00:01:21	00:00:49	00:01:19	00:01:20	00:00:48	00:01:06	TN:	00:05:30
Mezclado de la MP	00:04:10	00:04:46	00:03:57	00:04:10	00:04:50	00:04:15	00:04:35	00:04:23	TS:	00:6:26
TP	0:05:10	00:05:54	00:05:18	00:04:59	00:06:09	00:05:35	00:05:23	00:05:30		

Tabla 15: Estudio de tiempo del proceso de Moldeado.

Operación: Moldeado		7/01/2019								
Elemento del Trabajo	Observaciones							TP		
	1	2	3	4	5	6	7		TR:	
Colocar la mezcla en el molde	00:00:10	00:00:08	00:00:11	00:00:09	00:00:09	00:00:02	00:00:07	00:00:08	TN:	00:01:02
Moldeado	00:01:00	00:00:55	00:00:45	00:00:52	00:00:50	00:01:00	00:00:53	00:00:54	TS:	00:01:11
TP	0:04:45	0:04:58	0:04:33	0:04:53	0:05:06	0:04:40	0:04:38	0:01:02		

Tabla 16: Estudio de Tiempo del proceso de Pulido

Operación: Pulido		7/01/2019									
Elemento del Trabajo	1	2	Observaciones		3	4	5	6	7	TP	
											TR: 0:01:33
Traslado de PT a											
secado	00:00:30	00:00:34	00:00:31	00:00:32	00:00:28	00:00:35	00:00:33	0:00:32		TN: 00:01:43	
Pulir	00:01:00	00:01:05	00:01:03	00:01:01	00:00:59	00:00:58	00:01:02	0:01:01		TS: 00:01:58	
TP	0:01:30	0:01:39	0:01:34	0:01:33	0:01:27	0:01:33	0:01:35	0:01:33			

Tabla 17: Estudio de tiempo del proceso de Estampado.

Operación: Estampado		7/01/2019								
Elemento del Trabajo	Observaciones							TP		
	1	2	3	4	5	6	7		TR:	0:00:07
Levantar Logo	00:00:02	00:00:04	00:00:03	00:00:02	00:00:03	00:00:04	00:00:02	0:00:03	TN:	00:00:07
Estampar logo	00:00:03	00:00:04	00:00:05	00:00:04	00:00:03	00:00:03	00:00:05	0:00:04	TS:	00:00:08
TP	0:00:05	0:00:08	0:00:08	0:00:06	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:07		

Finalmente se calcula el tiempo estándar de la operación en base al tiempo normal y el porcentaje de suplementos de cada operación, obteniendo un tiempo total de 00:13:44 minutos.

El estudio de tiempo ayudó a identificar las operaciones que llevan más tiempo de procesamiento, las cuales son el mezclado y el moldeado que comparten a los mismos operarios y se utilizan 2 máquinas, una para cada proceso; las cuales se evaluarán a través de un diagrama hombre máquina.

3.2.3 Diagrama Hombre-Máquina

En la figura 28 se puede observar el trabajo de dos operarios con una máquina mezcladora y a través de este análisis se halló el porcentaje del tiempo total productivo de los operarios con la máquina; en base al tiempo total del proceso. Así mismo se pudo identificar el tiempo muerto de 2:00 min del operario 2, el cual se resalta en la figura 28 con un círculo rojo.

- Operario 1: Tiempo productivo al 100%.
- Operario 2: Tiempo muerto de 2 min, por lo que muestra un tiempo productivo del 67%.
- Máquina 1: Tiempo productivo del 67%.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE - MÁQUINA							
Empresa:		FADECO SAN MARTÍN E.I.R.L			Fecha:		
Tipo de Máquinas:		Mezcladora			Departamento:		
					Ene-19		
					Producción		
Tiempo	(min)	Operario 1		Operario 2		Maquina	
		Descripcion	Estado	Descripcion	Estado	Descripcion	Estado
	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado	
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP			
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora		Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora			
	2	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Ocio			
	0.5			Acomoda carretillas			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.5	Levar la mezcla		Levar la mezcla			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.5	Levar la mezcla		Levar la mezcla			
	0.5	Levar la mezcla		Levar la mezcla			
C I C L O	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado	
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP			
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina		Agregado de la materia prima			
	2	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Ocio			
	0.5			Acomoda carretillas			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.5	Levar la mezcla		Levar la mezcla			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado	
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP			
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora		Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora			
	2	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Ocio			
	0.5			Acomoda carretillas			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.5	Levar la mezcla		Levar la mezcla			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado	
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP			
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora		Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora			
	2	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Ocio			
	0.5			Acomoda carretillas			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			
	0.5	Levar la mezcla		Levar la mezcla			
	0.5	Basear la mezcla		Basear la mezcla			

Figura 28: Diagrama Hombre-Máquina: Mezclado

Tabla 18: Resultado del Diagrama Hombre-Máquina Mezclado

Elementos	Tiempo	Saturación
Operario 1	6	100%
Operario 2	4	67%
Maquina	4	67%

En la figura 29 se puede observar el trabajo de dos operarios en conjunto con una máquina moldeadora y a través de este análisis se halló el total productivo de los operarios con la máquina; en base al tiempo total del proceso. Así mismo se pudo identificar que se puede simplificar la operación del llevado del molde a la máquina, ya que el operario 2 tiene el tiempo muerto especificado anteriormente, puede ahorrar ese tiempo llevándolo antes; esta operación a simplificar se resalta en la figura 29 con un círculo rojo.

- Operario 1: Demuestra un tiempo productivo al 100%.
- Operario 2: Demuestra un tiempo productivo al 100%.
- Máquina 1: Demuestra un tiempo productivo del 67%.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE - MÁQUINA							
Empresa:	FADECO SAN MARTÍN E.I.R.L.				Fecha:	Nov-18	
Tipo de Máquinas:	Vibradora				Departamento:	Producción	
Tiempo	(min)	Operario 1		Operario 2		Maquina	
		Descripción	Estado	Descripción	Estado	Descripción	Estado
	0.1	Llevar el concreto a la máquina		Llevar el concreto a la máquina			
	0.1	Llevar el molde a la máquina		Llevar el molde a la máquina			
	1	Moldear el concreto en la máquina		Moldear el concreto en la máquina		MAQUINADO	
	0.1	Llevar para secado		Llevar para secado			
	0.1	Desmoldear el molde		Desmoldear el molde			
CICLO	0.1	Llevar el concreto a la máquina		Llevar el concreto a la máquina			
	0.1	Llevar el molde a la máquina		Llevar el molde a la máquina			
	1	Moldear el concreto en la máquina		Moldear el concreto en la máquina		MAQUINADO	
	0.1	Llevar para secado		Llevar para secado			
	0.1	Desmoldear el molde		Desmoldear el molde			
	0.1	Llevar el concreto a la máquina		Llevar el concreto a la máquina			
	0.1	Llevar el molde a la máquina		Llevar el molde a la máquina			
	1	Moldear el concreto en la máquina		Moldear el concreto en la máquina		MAQUINADO	
	0.1	Llevar para secado		Llevar para secado			
	0.1	Desmoldear el molde		Desmoldear el molde			

Figura 29: Diagrama Hombre-Máquina: Moldeado de Bases y Cuerpos

Tabla 19: Resultado del Diagrama Hombre-Máquina Moldeado

Elementos	Tiempo	Saturación
Operario 1	1.5	100%
Operario 2	1.5	100%
Maquina	1.2	67%

En el análisis de ambas máquinas que comparten a los 2 operarios, las máquinas tienen el menor porcentaje de tiempo productivo por el tiempo que lleva trasladar los recursos del área de mezclado al área de moldeado, es por ello que proponemos acomodar las máquinas en la misma estación de trabajo para hacer más continua la línea de producción, así como hacer útil el tiempo muerto del operario 1, (ver figura 28) y aprovechar en llevar el molde a la máquina 2, (ver figura 29) disminuyendo su tiempo muerto a 30 segundos; entonces quedaría como se observa en la figura 30.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE - MÁQUINA									
Empresa:		FADECO SAN MARTÍN E.I.R.L				Fecha:		Feb-18	
Tipo de Máquinas:		Mezcladora y Moldeadora				Departamento:		Producción	
Tiempo	(min)	Operario 1		Operario 2		Maquina 1		Maquina 2	
		Descripción	Estado	Descripción	Estado	Descripción	Estado	Descripción	Estado
	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado			
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP					
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora		Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora					
	1.5	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Llevar el molde a la máquina moldeadora					
	0.5			Ocio					
	0.5			Acomoda carretillas					
	0.2	Basear la mezcla		Basear la mezcla					
	0.1	Levar la mezcla		Levar la mezcla		Maquinado			
	0.2	Basear la mezcla		Basear la mezcla					
	0.1	Llevar el concreto a la máquina		Llevar el concreto a la máquina					
	1	Moldear el concreto en la máquina		Moldear el concreto en la máquina					
	0.1	Llevar para secado		Llevar para secado					
	0.1	Desmoldear el molde		Desmoldear el molde					
C I C L O	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado			
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP					
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora		Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora					
	1.5	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Llevar el molde a la máquina moldeadora					
	0.5			Ocio					
	0.5			Acomoda carretillas					
	0.2	Basear la mezcla		Basear la mezcla					
	0.1	Levar la mezcla		Levar la mezcla		Maquinado			
	0.2	Basear la mezcla		Basear la mezcla					
	0.1	Llevar el concreto a la máquina		Llevar el concreto a la máquina					
	1	Moldear el concreto en la máquina		Moldear el concreto en la máquina					
	0.1	Llevar para secado		Llevar para secado					
	0.1	Desmoldear el molde		Desmoldear el molde					
	0.1	Coger la MP		Coger la MP		Maquinado			
	0.2	Llevar la MP		Llevar la MP					
	1.2	Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora		Agregado de la materia prima en la máquina mezcladora					
	1.5	Inspecciona el Mezclado de la MP en la máquina mezclado		Llevar el molde a la máquina moldeadora					
	0.5			Ocio					
	0.5			Acomoda carretillas					
	0.2	Basear la mezcla		Basear la mezcla					
	0.1	Levar la mezcla		Levar la mezcla		Maquinado			
	0.2	Basear la mezcla		Basear la mezcla					
	0.1	Llevar el concreto a la máquina		Llevar el concreto a la máquina					
	1	Moldear el concreto en la máquina		Moldear el concreto en la máquina					
	0.1	Llevar para secado		Llevar para secado					
	0.1	Desmoldear el molde		Desmoldear el molde					

Figura 30: Diagrama Hombre Máquina del área de producción de las bases y cuerpos.

Tabla 20: Resultado del Diagrama Hombre-Máquina

Elementos	Tiempo	Saturación
Operario 1	5.8	100%
Operario 2	5.3	91%
Maquina 1	4.5	78%
Maquina 2	1.2	71%

Se pudo hallar una mejora el tiempo total productivo del operario 2, teniendo un impacto en el porcentaje productivo y en la productividad de mano de Obra:

- Operario 1: Demuestra un tiempo productivo al 100%.
- Operario 2: Demuestra un tiempo productivo al 91 %.
- Máquina 1: Demuestra un tiempo productivo del 78%.
- Máquina 2: Demuestra un tiempo productivo del 71%

Si el total del tiempo productivo de ambos operarios en elaborar una pieza- parte de las bases y cuerpos es de 5:45 min, en una hora producirán 11 piezas y en 6 horas producirán 66 piezas-partes.

Así mismo, al incrementarse la producción también se incrementan las ventas, detalladas en la tabla 21:

Tabla 21: Eficiencia económica - Mejora

Producto	Nº producción al mes	Precio	Ingresos
Kits de desagüe	6 día * 6 sem * 4 sem = 144	S/ .80 c/u	S/. 11, 520

$$Ee = \frac{115\,200 + 11\,520 \text{ soles}}{55\,500 \text{ soles}} = \frac{126\,720 \text{ soles}}{55\,500} = 2.28 \text{ soles}$$

Interpretación: Por cada sol invertido se obtiene 1.28 soles de ganancia. Se puede observar que la eficiencia económica es mayor que la unidad, por lo tanto, se generan beneficios para la empresa.

De la misma manera se puede obtener una mejora de la eficiencia física, ya que se han disminuido los tiempos y la distancia de recorrido del concreto al colocar la máquina mezclado y vibradora en el mismo ambiente obteniendo una mejor sincronización de ambos equipos y movimientos necesarios del material; por lo que se pudo ahorrar 2 017 kilos de concreto desperdiciado al mes.

Por lo tanto, mensualmente se utilizaría 27 990.875 Kg de concreto, obteniendo una eficiencia física como se muestra a continuación:

$$Ef = \frac{27\,990.875\text{Kg/mes}}{30\,557.5\text{ kg/mes}} = 0.91$$

Interpretación: El 0.91 nos indica que se aprovecha en el producto final el 91% de la materia prima de entrada.

Se hizo el cálculo en base a horas hombre (h-H) trabajadas, como se muestra a continuación:

$$p(\text{mo-bases o cuerpos}) = \frac{66 \frac{\text{und}}{\text{día}} (6 \text{ día/sem}) (4 \text{ sem/mes})}{(6 \times 2 \text{ h-H}) (6 \text{ días/sem}) (4 \text{ sem/mes})} = 5.5 \text{ und / h-H}$$

Interpretación: Por cada hora hombre se logra producir 5.5 unidades de cada base y cuerpo.

$$p(\text{mo - marcos o tapas}) = \frac{66 \frac{\text{und}}{\text{día}} (6 \text{ día/sem}) (4 \text{ sem/mes})}{(6 \times 3 \text{ h-H}) (6 \text{ días/sem}) (4 \text{ sem/mes})} = 3.6 \text{ und / h-H}$$

Interpretación: Por cada hora hombre se logra producir 3.6 unidades de marcos o tapas.

En base al nuevo número de producción al día se hizo el cálculo de la materia prima utilizada:

Materia prima de Bases:

$$p(\text{mp} - \text{bases}) = \frac{66 \frac{\text{und}}{\text{día}} (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})}{(16 \text{ bolsas de } \frac{\text{cemento}}{\text{día}}) (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})} = 4.12 \text{ bases / bolsa}$$

Interpretación: Por cada bolsa de cemento se producen 4.12 unidades de cada base.

Materia prima de Cuerpos:

$$p(\text{mp} - \text{cuerpos}) = \frac{66 \frac{\text{und}}{\text{día}} (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})}{(10.67 \text{ bolsas de } \frac{\text{cemento}}{\text{día}}) (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})} = 6.18 \text{ cuerpos/ bolsa}$$

Interpretación: Por cada bolsa de cemento se producen 6.18 unidades de cada cuerpo.

Materia Prima de Marcos o Tapas:

$$p(\text{mp} - \text{marcos o tapas}) = \frac{66 \frac{\text{und}}{\text{día}} (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})}{(16.67 \text{ kg } \frac{\text{alambrón}}{\text{día}}) (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})} = 3.95 \text{ armazones m o t/ kg alambrón}$$

Interpretación: Por cada kg de alambrón se producen 3.95 armazones al día para marcos y 3.95 armazones al día para tapas.

$$p(\text{mp} - \text{marcos o tapas}) = \frac{66 \frac{\text{und}}{\text{día}} (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})}{(3.3 \text{ bolsas } \frac{\text{cemento}}{\text{día}}) (6 \text{ días}) (4 \text{ sem})} = 20 \text{ m o t/ bolsas}$$

Interpretación: Por cada bolsa de cemento se producen 20 unidades de cada marco o de cada tapa según sea el caso.

- **Tiempo de ciclo**

Se utilizan 6 horas al día para la producción de los Kits de desagüe, sabiendo que se producen 66 unidades al día, el tiempo de ciclo se detalla:

$$C = \frac{(360 \text{ min/día})}{66 \frac{\text{und}}{\text{d}}} = 5.45 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

Interpretación: El tiempo de ciclo del proceso estaría en 5.45 minutos por cada Kit de desagüe.

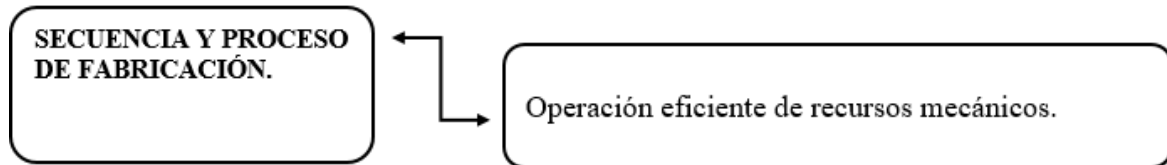


Figura 31: Quinto enfoque de Niebel - Secuencia y proceso de Fabricación

3.2.5 Mantenimiento Preventivo

La empresa Fadeco San Martín E.I.R.L no cuenta con un proceso de mantenimiento Preventivo que les permita mantener los equipos de la planta en buenas condiciones de operación para prevenir fallas, y si estas ocurren que sus consecuencias sean lo menos impactantes posibles, tanto para la seguridad como para la producción.

Como se puede observar en la figura 32, el modelo de éxito del proceso de gestión de mantenimiento muestra cómo la eficiencia en el proceso afecta otros factores como la calidad del producto, el tiempo de producción, menores costos y disminución de demoras. La gestión de mantenimiento preventivo permitirá también mantener un sistema de producción disponible, en tal sentido aumentar la productividad de la empresa, la atención y pedidos, para aumentar la satisfacción de los clientes.



Figura 32: Modelo de éxito del proceso de gestión de mantenimiento

En este caso para realizar el mantenimiento preventivo se ha considerado la máquina vibradora ya que es la más importante del área de operaciones por ser indispensable para el moldeado del concreto según la forma de cada pieza, al verse esta máquina parada ocasiona la demora de la fabricación de los todos los productos. Según un estudio realizado en la empresa, las máquinas vibradoras tienen una parada una 3 veces al mes por rompimiento de faja, lo cual hace una demora de 6 horas al mes ya que se toman el tiempo de ir a comprar una nueva faja, volver y realizar el cambio debido a que la mayoría de las veces no cuentan con fajas en stock. Por lo que se utilizó la formula número 10 para hallar el porcentaje de disponibilidad de la máquina teniendo en cuenta las horas programadas y horas de paradas por mantenimiento como se muestra a continuación:

$$MTBF = \frac{144 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} - 6 \text{ horas/mes}}{144 \text{ horas/mes}} \times 100$$

$$MTBF = 95\%$$

Propuesta de Mejora:

Por lo tanto, siguiendo lo mencionado anteriormente, se propone a continuación un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y segura.

En la tabla 22, se puede apreciar de manera general qué, por qué y cómo se debería realizar el Plan del Mantenimiento Preventivo para la empresa Fadeco San Martín E.I.R.L.

Tabla 22: Mantenimiento preventivo general

¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?
1. Implementar sistema de check lists para el control preventivo diario, semanal y mensual de las máquinas.	Controles preventivos insuficientes	Revisión de manuales. Aplicación de criterios propios Validación con mecánicos
2. Desarrollar un programa de inducción/capacitación al nuevo personal.	Controles preventivos insuficientes	Revisión de manuales. Aplicación de criterios propios Validación con Jefe de Operaciones
3. Establecer programa de reemplazo a los accesorios con frecuencia de falla ya conocida.	Controles preventivos insuficientes	Revisión de facturas históricas de compra de repuestos Costeo de horas de maquina parada Lista de aprovisionamiento Investigar acerca de sistemas de alerta auditiva
4. Implementar sistemas de seguridad automatizados.	Sistemas de seguridad deficientes	Investigar acerca de sistemas de protección por corte de corriente Verificar implementación de sistemas paralelos de seguridad
5. Establecer un lote mínimo en destino de accesorios por equipo.	Escasez de repuestos	Revisión de facturas históricas de compra de repuestos Lista de aprovisionamiento periódico y envío a destino Incorporación lista a Check List
6. Bonificar al personal de mantenimiento por metas de mantenimiento correctivo mínimo.	Controles preventivos insuficientes y Nulos	Definir y establecer metas en base a los costos encontrados y soluciones planteadas.

Máquina Vibradora:

El vibrador de concreto se usa para eliminar la acumulación de agregados y burbujas de aire.

Esto refuerza el concreto y desplaza suficiente material fino hacia la superficie y las áreas de contacto del encofrado para obtener una mejor terminación superficial de la estructura.

Las ventajas de vibrar el concreto son:

- Se consigue un concreto más fuerte y resistente.
- Se obtiene una mezcla homogénea sin superficies dañadas.
- Mayor adhesión a los armados.
- Mayor adhesión en juntas.
- Menor permeabilidad del concreto.
- Menor contracción del concreto.
- Acelera el proceso de secado del concreto, aumentando la posibilidad de retirar el encofrado más rápidamente.

Como se muestra en la figura 33, tenemos el manual de procedimiento preventivo propuesto con el cual se espera reducir paradas y disminuir el tiempo de recuperación de la máquina.

La primera entrega del plan de mantenimiento será entregada al representante de la empresa para su evaluación y aprobación. En la segunda etapa, se hará entrega el presupuesto del plan al coordinador de gestión financiera. Si no es aprobado en cualquiera de estas dos etapas, el plan deberá volverse a definir. Una vez aprobado se comenzará a difundir las estrategias establecidas para el nuevo periodo. Los procesos de mantenimiento preventivo se ajustan al programa, y el programa se ajusta a los costos y demanda del sistema, a medida que se cumplen los planes, las fallas disminuyen.

Las tareas del mantenimiento preventivo se desarrollarán de manera semanal, quincenal y mensual según correspondan las especificaciones del proveedor. Además, cabe resaltar que los trabajos del mantenimiento preventivo estarán dirigidos al técnico de mantenimiento. El plan estará diseñado con el objetivo de reducir las fallas potenciales de los equipos.


	Procedimiento de Mantenimiento Preventivo	May-19
		Versión 1
<p><u>1. Objetivo:</u></p> <p>En este documento se explica el modo de actuar frente al mantenimiento de aquellas máquinas que tienen una repercusión importante sobre la calidad de los productos, con el fin de optimizar la disponibilidad y seguridad de los equipos mediante un sistema que permita el monitoreo, control y realización mantenimientos preventivos con el fin de protegerlos de daños y alargar su vida útil.</p> <p><u>2. Alcance:</u></p> <p>Máquina Vibradora de la empresa Fadeco San Martín E.I.R.L</p> <p><u>3. Implicaciones y Responsabilidades:</u></p> <p>Es responsabilidad de la aplicación y control efectivo de este procedimiento, el encargado del área de operaciones.</p> <p><i>Encargado del área de operaciones:</i> Elaborará un programa de mantenimiento que asegure la conservación de las máquinas en condiciones óptimas y velará por el cumplimiento del mismo.</p> <p><i>Operarios:</i> Velarán para que la máquina se encuentre en correcto estado y las actuaciones de mantenimiento se desarrollen de acuerdo con lo establecido además deberán comunicar inmediatamente a su mando directo cualquier defecto o indicio de avería detectado en la máquina. Realizarán aquellas revisiones de sus equipos que tengan encomendadas.</p> <p><u>4. Procedimiento:</u></p> <p>1. Limpiar el vibrador diariamente después del trabajo con un trapo mojado removiendo todos los residuos de concreto, polvo y tierra que pueda tener.</p> <p>2. Verificar que las conexiones y que la máquina se quede completamente apagada.</p> <p>3. Revisar mensual la faja de la máquina vibradora, la cual se debe encontrar en óptimas condiciones.</p> <p>4. Contar con un stock de fajas para la máquina.</p> <p>Resultados de las revisiones preventivas: cuando en el curso de una revisión se detecten anomalías, éstas deberán ser notificadas. Obviamente, siempre que sea posible se repararán inmediatamente o se programará su solución. La anomalías encontradas se reflejarán en el formulario destinado a este fin recogido en el citado anexo 1.</p>		

Figura 33: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

Por otro lado, la empresa cuenta con otras dos máquinas importantes para las cuales adjuntamos check list de apoyo para su mantenimiento (figura 34 y 35):

Máquina de Soldar:

Su mantenimiento permitirá extender la vida útil del equipo, así como el ejecutar soldaduras fuertes y de gran calidad. Recomendamos tener en cuenta estos consejos para dar vida útil y preservar esta importante herramienta de trabajo.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE MÁQUINA SOLDADORA			
Responsable de la máquina:			
Fecha:			
INDICACIONES	SI	NO	OBSERVACIONES
Verifique que todo el cableado de la máquina soldadora se encuentre en buen estado, antes de iniciar el trabajo.			
Evitar el contacto de la máquina con cualquier fuente de líquido mientras esté en funcionamiento			
Mantenga cualquier objeto inflamable fuera del alcance del punto de soldadura			
Proteger el cable de alimentación de la máquina, de los agentes externos como aceites, elementos cortantes y el calor. Disponga el cable de tal forma que no moleste ni esté expuesto al deterioro, mientras trabaja.			
Mantenga la soldadora en un ambiente seco y ordenado			
Inspeccione visualmente los componentes del equipo, y verifique que no presenten sobrecalentamiento,			

conexiones sueltas, obstrucciones en las aspas del ventilador, y que todo esté en orden.			
LIMPIEZA			
Rodillos de arrastre y la guía de la pistola			
El hilo de soldar			
La boquilla de la pistola			
Difusor			

Figura 34: Lista de verificación - Máquina Soldadora

Máquina mezcladora:

El objetivo principal es de darle un óptimo mantenimiento a la mezcladora de concreto además de lograr que no presente fallas ni paros y por ende puede laborar con la máxima eficiencia; e indicarle al operario y al ejecutor de mantenimiento de la maquina la buena operación del mismo.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE MÁQUINA MEZCLADORA			
Responsable de la máquina:			
Fecha:			
INDICACIONES	SI	NO	OBSERVACIONES
Verificar el filtro de aire			
Chequeo del filtro de combustible			
Revisar y limpiar la bujía.			
Aplicar grasa en los puntos de contacto del piñón y la cremallera.			

Revisar las condiciones de las correas multicanales			
Inspección de la pintura en toda la estructura metálica de la mezcladora de concreto.			
Verificar si hay fugas de aceite o combustible.			
Retirar la suciedad, el polvo o barro de la unidad.			

Figura 35: Lista de Verificación - Máquina Soldadora

Además, adjuntamos un cronograma anual de las actividades a realizar como se muestra en la figura 36, para que el mantenimiento sea exitoso, mostrando mes a mes las distintas actividades a realizar según importancia ya sea 1, 2 ,3 semanas al mes o actividades que se deben realizar diariamente.

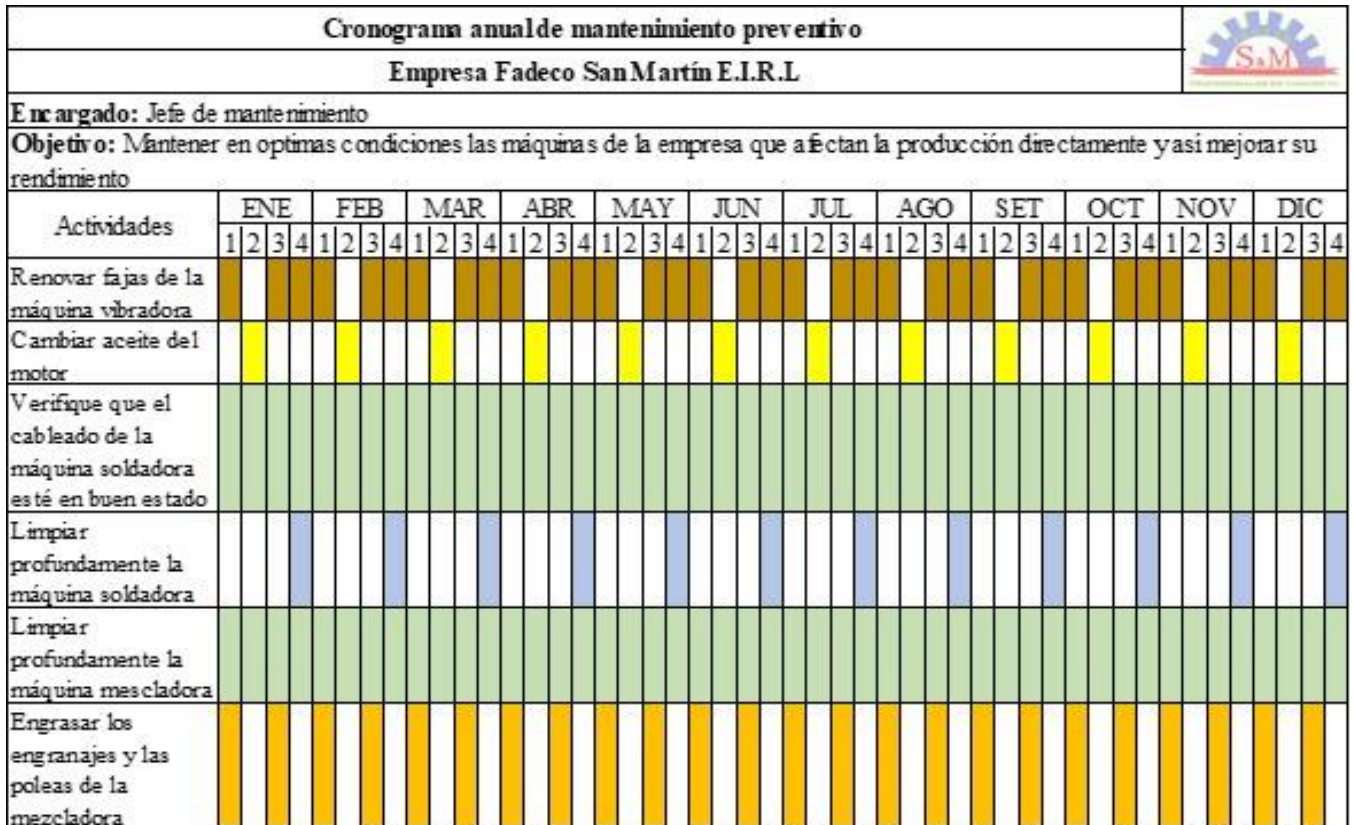


Figura 36: Cronograma anual de mantenimiento preventivo

Esto puede traer consigo las siguientes ventajas:

Seguridad: Las máquinas sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad.

Vida Útil: Una máquina tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.

Coste de reparaciones: Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo.

Carga de trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.

Es necesario continuar verificando los resultados del mantenimiento preventivo y modificarlos si es necesario para así satisfacer lo requerimiento de la operación. Siempre es necesario añadir o quitar algo al programa en su proceso de mejoramiento, con ello se propone elaborar un plan de capacitación anual que permita mejorar las habilidades y competencias del personal operativo y técnico de mantenimiento de la planta de producción. No se debe pasar por alto las solicitudes de mantenimiento por parte de los operarios, esto puede llevar a la desmotivación y pérdida de pertinencia del personal operativo.

Luego de realizar las precauciones y los cuidados de la máquina vibradora, se disminuyó el número de paradas a solo 1 parada al mes, obteniendo una disponibilidad del 98%:

$$MTBF = \frac{144 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} - 2 \text{ horas/mes}}{144 \text{ horas/mes}} \times 100$$

$$MTBF = 98\%$$

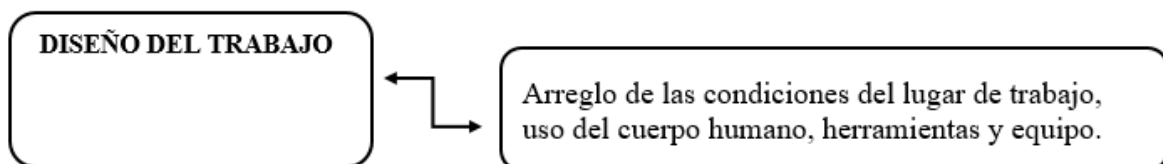


Figura 37: Enfoque-Diseño del trabajo

3.2.6 Propuesta de mejora con Metodología de las 5 S.

Para el análisis de esta metodología tomaremos en cuenta las imágenes 38, 39 y 40 donde se demuestra que es necesario implementar las 5 S por su falta de orden, limpieza, lo cual ayudará a mejorar las condiciones de trabajo de los operarios y aumentar su productividad.

El área donde se iniciará la aplicación de las 5 S será en el área de producción de la empresa Fadeco San Martin E.I.R.L, y las áreas involucradas como almacén de materia prima, buscando así el incremento de la productividad con la práctica de principios de clasificación, orden, limpieza-inspección, de esta manera el personal estará cómodo en su puesto de trabajo, realizará las actividades más rápidas y tendrá un mejor rendimiento.



Figura 38: Evidencia de la falta de orden, clasificación y limpieza.



Figura 39: Evidencia de la falta de orden y limpieza en almacén



Figura 40: Evidencia de la falta de orden, clasificación y limpieza en el área de soldado.

Paso 1: Planeamiento y organización

Para aplicar las 5 S es importante llevar a cabo un curso de inducción, capacitar al equipo de trabajo con respecto a esta metodología y se determinen los materiales necesarios para el desarrollo de esta implementación por lo tanto se requiere:

- Charlas de capacitación para todo el personal sobre los beneficios de la implementación de 5 S.
- Concientizar al personal de iniciar con la disciplina del orden en sus respectivas áreas.
- Establecer al líder y responsables por cada área del proceso productivo.
- Preparar un cuadro informativo sobre los avances de la implementación de las 5 S.

Como se muestra en la figura 41, la empresa contará con un registro de asistencia que se puede utilizar en las charlas de capacitación de la empresa, donde todos los trabajadores deberán firmar y dejar constancia de esta.

Reporte de Asistencia			
	Capacitador:		Fecha:
	Horas:		
	Tema:		
Nº	Nombres y Apellidos	Firma	Cargo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
<p>_____</p> <p>Jefe Administrativo</p>		<p>_____</p> <p>Encargado del área de producción</p>	

Figura 41: Formato de reporte de asistencia

Paso

2. Implementación de Seiri (Clasificar):

En la empresa se puede observar desorganización en el área de producción como también en las áreas involucradas, esto provoca demoras al momento de realizar la fabricación de los productos y a su vez generan bajos niveles de productividad por tiempos improductivos generados por la búsqueda de materiales. El desorden en esta área es ocasionado por la acumulación de material sin ser clasificados, como herramientas, máquinas, productos defectuosos, moldes, basura, tierra. Esta información se puede evidenciar en la figura 38.

Para mejorar en este aspecto se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

- Se debe asignar a un encargado quien hará la evaluación inicial en cada área de la empresa, el cual debe ser apoyado por los líderes de cada área; quienes deben ir reportando sobre el avance de la implementación de 5 S en la empresa.
- Se debe establecer los criterios de selección de todas las cosas que se mantendrán en las zonas de trabajo; aquellas que deben ser retiradas para evaluación y las que deben ser eliminadas.

Para ello como se muestra en la figura 42, la empresa contará con un formato de Cuestionario de descarte, el cual ayudará a clasificar materiales y equipos en todas las áreas para una mejor organización.

N°	CUESTIONARIO PARA DESCARTE	Sirve		Observaciones
		Si	No	
1	Existe objetos no necesarios en el lugar de trabajo.			
2	Existe algún material que no sea útil en el área de trabajo.			
3	Que materiales no se utilizan hace mucho tiempo.			
4	Que materiales malogrados deben de repararse.			
5	Existe cantidad excesiva de útiles de trabajo.			
6	Que materiales malogrados deben ser eliminados.			
7	Existe materiales malogrados y que no se usan.			
8	Los EPP guardados son útiles en el área de trabajo.			

Figura 42: Cuestionario para descarte

Paso 3. Implementación de Seiton (Ordenar):

Luego de haber clasificado los elementos, pasamos a la segunda etapa la cual es ordenar, es decir almacenar los elementos de tal manera que sean fáciles de identificar para evitar demoras.

Para la propuesta de mejora es necesario utilizar materiales tales como estantes, letreros, cintas, esto servirá de ayuda visual para mantener el orden, lograr aprovechar el espacio de trabajo, evitar con esto desperdicio de tiempo buscando materiales y sobre todo eliminar los riesgos de accidentes causados por el desorden. Esta etapa brindará motivación a los trabajadores ya que mejorará el área donde desarrollan sus actividades, es decir mejorará el aspecto del área y tendrán un ambiente de trabajo agradable.

Para ello se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En las áreas productivas se deberá ordenar y delimitar las zonas donde se almacenan la materia prima, máquinas y herramientas.
- Los pasos peatonales deben estar también delimitados en cada área productiva.

Paso 4. Implementación de Seiso (Limpiar):

Para esta etapa es necesario desarrollar una cultura de limpieza en los trabajadores de la empresa, se debe asignar un horario para llevar a cabo esta actividad dentro del horario de trabajo, esta actividad se debe realizar diariamente y puede durar no más de media hora. Con esto se tiene que los operarios al día siguiente empiecen sus actividades en un lugar ordenado y limpio empezando directamente a fabricar los productos.

Para ello se debe considerar los siguientes aspectos:

- Se debe planificar la limpieza en conjunto con los operarios.
- Todas las áreas productivas desde deben tener una escoba y un recogedor en su área, también deben tener trapos industriales para limpiar herramientas y lo que fuese necesario 10 minutos al iniciar el turno.
- La máquina vibradora y mezcladora deberán limpiarse cuando la máquina esta parada.
- Los operadores líderes de área y turno deben ser los responsables de que se realice la limpieza en sus áreas de trabajo.
- Por la cantidad de polvo que se genera diario, se debe limpiar diario los equipos.

Paso 5. Implementación de Seiketsu (Estandarizar):

En esta esta etapa buscamos mantener la limpieza y el orden desarrollado anteriormente y mantener el compromiso para tener el lugar de trabajo en condiciones óptimas para un buen desarrollo. Para lo cual tomar se debe realizar lo siguiente:

- En cada área se debe colocar patrones visuales que indiquen el antes y el después de la limpieza.
- Integrar las actividades realizadas anteriormente y considerarlas en el trabajo diario.
- Analizar y evaluar los resultados de la organización de la limpieza, guías de ubicación de objetos, analizar lo agrupación creada a los objetos, y verificar como quedaron las zonas de almacenamiento de materiales u objetos.

Paso 6. Implementación de Shitsuke (Disciplina):

Finalmente, para la última etapa es necesaria la participación total de los trabajadores para mantener las condiciones logradas en las anteriores S. Para esto es necesario realizar reuniones mensuales para tratar temas con cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos, verificación continua del orden y limpieza del área, mejora en la realización del trabajo, es necesario que cada trabajador de la empresa se involucre en este proceso de mejora para lograr los cambios con éxito.

El éxito de esta etapa conlleva lo siguiente:


- Como primer punto se debe reunir a todo el personal y se debe presentar el resultado del trabajo realizado con la implementación de los 4 primeras S.
- El líder de cada área, el encargado de producción y jefe de planta son los responsables de que se mantenga la disciplina de orden y limpieza en todas las áreas.
- Es importante realizar anuncios promocionando lo conseguido para que todos se sientan comprometidos.
- El responsable de la implementación de 5 S debe seguir con las auditorías para asegurar que todo el personal conozca los objetivos de implementar 5 S.

Con el fin de todos los trabajadores se mantengan en pie con esta metodología logrando un buen ambiente de trabajo, ordenado y limpio, logrando mejorar la productividad, se realizarán evaluaciones mensuales, como se aprecia en la figura 46, la empresa contará con un formato de Auditoria de las 5 S donde se podrá evaluar detenidamente cada criterio de esta metodología, viendo que puntos se pueden mejorar y que otros ya han alcanzado un buen nivel.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN - AUDITORIA 5S						
ASPECTO		1	2	3	4	5
CLASIFICACIÓN	Diferenciar entre lo necesario y lo innecesario					PROMEDIO
	Elementos en buen estado					
	Frecuencia de uso					
	Residuo y material fuera de servicio.					
	Cosas de uso personal.					
ORGANIZACIÓN	Orden de las cosas					PROMEDIO
	Existe un lugar para cada material					
	Las herramientas están organizadas					
	Los espacios de trabajo están señalizados.					
	La materia prima está organizada					
	El lugar de trabajo esta limpio					
LIMPIEZA	Mantener el lugar limpio					PROMEDIO
	Áreas de trabajo limpias					
	Zonas de transito sin obstáculos					
	Maquinas limpias					
	Herramientas limpias					
ESTANDARIZAR	Estandarizar la limpieza y el orden en el lugar de trabajo					PROMEDIO
	Las zonas de trabajo son seguras					
	Se tiene patrones de limpieza para los pisos, máquinas y herramientas					
	Hay ventilación e iluminación adecuada					
	Los SSHH se mantienen limpios.					
DICIPLINA	Mantener la disciplina de la limpieza					PROMEDIO
	Los operarios conocen la metodología 5s					
	Los uniformes están limpios					
	Se mantienen las áreas ordenadas y limpias					

Figura 43: Formato de Criterios de Evaluación – 5 S

Además, se tendrá un formato adicional para reuniones generales en donde se pueda planificar semanalmente, esto para lograr objetivos con éxito y tener al personal en constante control como se muestra en la figura 45.



Meeting Agenda / Minutes

* MEETING AGENDA – Fadeco San Martín E.I.R.L - Cajamarca

Fecha de reunión:	
Locación:	
Mediador:	
Duración:	
1. Asistencia:	
<div style="display: flex; height: 40px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">-</div> <div></div> </div> <div style="display: flex; height: 20px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">-</div> <div></div> </div> <div style="display: flex; height: 20px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">-</div> <div></div> </div>	
2. Agenda	
<div style="display: flex; height: 40px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">1.-</div> <div></div> </div> <div style="display: flex; height: 20px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">2.-</div> <div></div> </div> <div style="display: flex; height: 20px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">3.-</div> <div></div> </div>	
3. Notas, decisiones y acuerdos:	
Informativo:	
4. Conclusión:	
<div style="display: flex; height: 40px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">-</div> <div></div> </div> <div style="display: flex; height: 20px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">-</div> <div></div> </div> <div style="display: flex; height: 20px;"> <div style="width: 20px; text-align: center;">-</div> <div></div> </div>	

Figura 44: Formato de Reunión

Siguiendo los pasos antes mencionados, la empresa tendrá las siguientes ventajas:

1. Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal, trabajando en un lugar limpio y ordenado.
2. Reducir riesgos y accidentes.
3. Mejora de la productividad.
4. Elimina los desplazamientos innecesarios.

Para que la aplicación de esta metodología tenga éxito, según (Vargas, 2004) es de suma importancia tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. El compromiso de la dirección.
2. Informar y mantener informado del proceso de implementación de la metodología de las 5 S a todos los trabajadores de la empresa.
3. Establecer equipos de mejora, es decir personal involucrado en la mejora.
4. Capacitar a los equipos con respecto a la metodología de las 5 S.
5. Registrar todas las acciones emprendidas.

Según el análisis que le realizamos a la empresa con el formato de evaluación antes mencionado, siguiendo los criterios de clasificación que se muestran en la tabla 2, obtuvimos un resultado en el nivel 2 del criterio de evaluación utilizado, el cual es evolucionando. Esto muestra que no se está implementando las 5 S y que decae en el orden y limpieza de estos puestos de trabajo.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN - AUDITORIA 5S						
ASPECTO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
CLASIFICACIÓN	Diferenciar entre lo necesario y lo innecesario					PROMEDIO
	Elementos en buen estado		2			2
	Frecuencia de uso			3		
	Residuo y material fuera de servicio.	1				
	Cosas de uso personal.		2			
ORGANIZACIÓN	Orden de las cosas					PROMEDIO
	Existe un lugar para cada material		2			1.4
	Las herramientas están organizadas	1				
	Los espacios de trabajo están señalizados.		2			
	La materia prima está organizada	1				
	El lugar de trabajo esta limpio	1				
LIMPIEZA	Mantener el lugar limpio					PROMEDIO
	Áreas de trabajo limpias		2			1.75
	Zonas de tránsito sin obstáculos		2			
	Maquinas limpias	1				
	Herramientas limpias		2			
ESTANDARIZAR	Estandarizar la limpieza y el orden en el lugar de trabajo					PROMEDIO
	Las zonas de trabajo son seguras			3		2.5
	Se tiene patrones de limpieza para los pisos, máquinas y herramientas		2			
	Hay ventilación e iluminación adecuada			3		
	Los SSHH se mantienen limpios.		2			
DISCIPLINA	Mantener la disciplina de la limpieza					PROMEDIO
	Los operarios conocen la metodología 5s		2			2
	Los uniformes están limpios		2			
	Se mantienen las áreas ordenadas y limpias		2			

Figura 45: Formato de Criterios de Evaluación – 5 S

Tabla 23: Resultados de la auditoria actual

		Logro	Meta
1 S	Clasificación	2	5
2 S	Organización	1.4	5
3 S	Limpieza	1.75	5
4 S	Estandarización	2.5	5
5 S	Disciplina	2	5

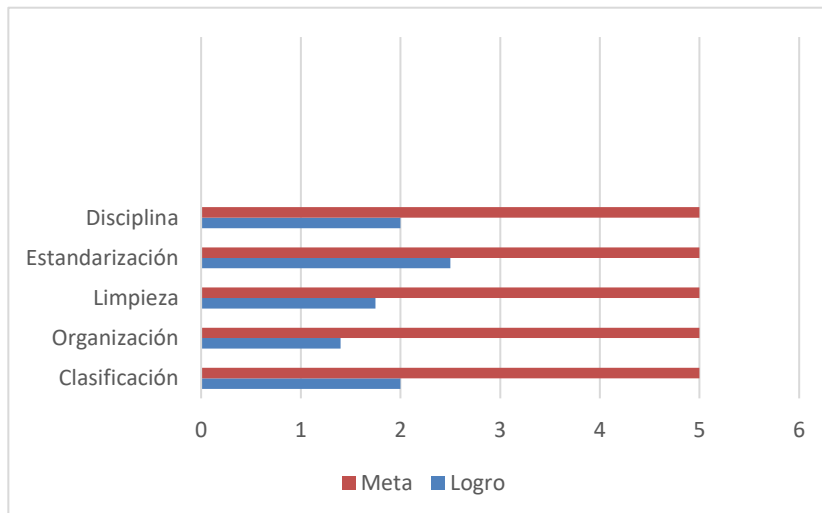


Figura 46: Comparativo actual vs Meta

La tabla 20 resume el nivel de las 5 S actual, para lo cual se ha propuesto llegar a un nivel 5 que es una mejora continua y plantear acciones correctivas para su flujo productivo. Este nivel 5 es el que toda Empresa aspira llegar para no tener problemas en sus procesos, para ello siguiendo con todo lo mencionado anteriormente en las etapas, se propuso la implementación de clasificación y el orden de las 5 S, para lo cual primero se tuvo que contar con el compromiso de cada uno de los trabajadores y se sientan involucrados como pieza

fundamental de esta mejora, informándolos a través de capacitaciones. Se pudo despejar el área, ayudando a mejorar el desplazamiento y el orden de ubicación de cada operario; siendo menos riesgoso de transitar y logrando aprovechar el espacio de trabajo, evitar desperdicio de tiempo buscando materiales o herramientas, evitando accidentes por desorden, esto se puede evidenciar en las figuras 47, 48, y 49.



Figura 47: Evidencia de la mejora en el área de Soldado



Figura 48: Evidencia de la mejora en el área de Secado



Figura 49: Evidencia de la mejora en el Almacén

Considerando las mejoras se procedió a evaluar nuevamente según el formato de auditoria como se muestra en la figura 50, llegando a la meta propuesta de tener un promedio de 5 según las 5 S.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN - AUDITORIA 5S						
ASPECTO	1	2	3	4	5	PROMEDIO
CLASIFICACIÓN	Diferenciar entre lo necesario y lo innecesario					PROMEDIO
	Elementos en buen estado			4		4.25
	Frecuencia de uso			4		
	Residuo y material fuera de servicio.				5	
	Cosas de uso personal.			4		
ORGANIZACIÓN	Orden de las cosas					PROMEDIO
	Existe un lugar para cada material				5	5
	Las herramientas están organizadas				5	
	Los espacios de trabajo están señalizados.				5	
	La materia prima está organizada				5	
	El lugar de trabajo esta limpio				5	
	Mantener el lugar limpio					PROMEDIO
LIMPIEZA	Áreas de trabajo limpias				5	4.75
	Zonas de transito sin obstáculos				5	
	Maquinas limpias				4	
	Herramientas limpias				5	
	Estandarizar la limpieza y el orden en el lugar de trabajo					PROMEDIO
ESTANDARIZAR	Las zonas de trabajo son seguras				5	5
	Se tiene patrones de limpieza para los pisos, máquinas y herramientas				5	
	Hay ventilación e iluminación adecuada				5	
	Los SSHH se mantienen limpios.				5	
	Mantener la disciplina de la limpieza					PROMEDIO
DISCIPLINA	Los operarios conocen la metodología 5s				5	5
	Los uniformes están limpios				5	
	Se mantienen las áreas ordenadas y limpias				5	

Figura 50: Auditoria con Implementación de las 5s

Tabla 24: Resultados de la auditoria con 5 S

		Logro	Meta
1 S	Clasificación	4.25	5
2 S	Organización	5	5
3 S	Limpieza	4.75	5
4 S	Estandarización	5	5
5 S	Disciplina	5	5

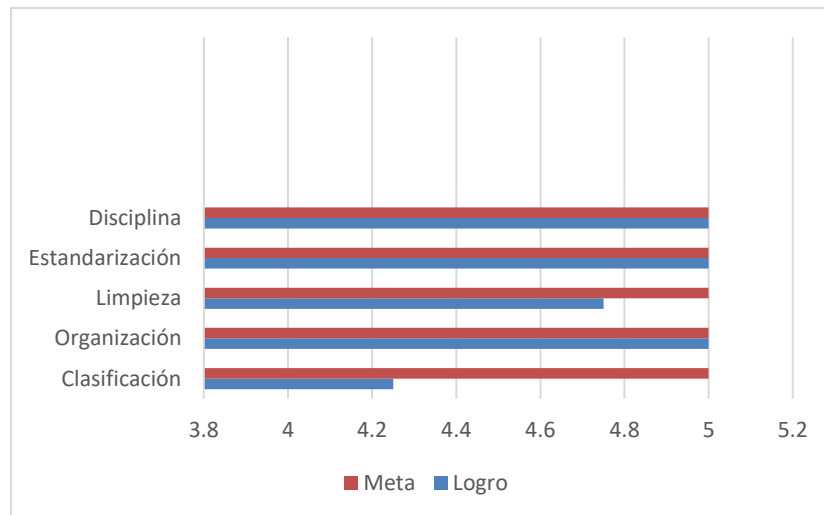


Figura 52: Comparativo Mejora vs Meta

Como se mencionaba anteriormente, para tener un éxito del 100% se debe continuar con las auditorias y seguir fomentando la aplicación de esta metodología. En este caso tenemos en cuenta según la figura 52 que se pudo aumentar el nivel.

3.3 Analizar técnica y económicamente la relación entre las mejoras y la productividad.

Tabla 25: Costo total de equipos.

COSTO TOTAL DE EQUIPOS			
CANTIDAD	EQUIPO	PRECIO DE VENTA \$	COSTO TOTAL \$
3	Máquina Vibradora	S/1,000.00	S/3,000.00
1	Máquina cortadora	S/300.00	S/300.00
1	Máquina soldadora	S/500.00	S/500.00
1	Máquina mezcladora	S/700.00	S/700.00
S/2,500.00			S/4,500.00

Tabla 26: Costo de mantenimiento, personal y herramientas

COSTO DE MANTENIMIENTO, PERSONAL, HERRAMIENTAS		
SUELDOS PERSONAL DE TECNICO		
CANTIDAD	SUELDO BASE + BENEFICIOS	COSTO X anual
6	1200	86400
GASTOS ADMINSTRATIVOS		
CANTIDAD	SUELDO, Administrador y Gerente	COSTO X ANUAL
1	1500	18000
1	2500	30000
		48000
COSTO DE HERRAMIENTAS		
CANTIDAD	HERRAMIENTAS	COSTO ANUAL
1	Kit Herramientas básicas	720
1	Kit Herramientas especiales	1700
		2420

COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

CANTIDAD	EPP MENSUAL	COSTO TOTAL
6	50	3600

COSTO DE MOVILIDAD

CANTIDAD	COSTO X MES + MANTTO + COMB	COSTO TOTAL X MES
2	100	2400

Tabla 27: Costo de materiales por mantenimiento de Equipos

COSTO DE MATERIALES PAR MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

INSUMOS	MAQUINAS VIBRADORAS	MÁQUINA MEZCLADORA	MÁQUINA SOLDADORA
ACEITE HIDRAULICO	40	40	20
FILTRO ACEITE		40	
FILTRO DE AIRE			
MANTENIMIENTO ELECTRICO			100
	40.00	40.00	80.00
	160.00		

Tabla 28: Costo de implementación de mejora

COSTO DE IMPLEMENTACION DE MEJORA

CANTIDAD	INSUMO	PRECIO UNITARIO	COSTO ANUAL
1	Implementación de escalera	2000	2000
10	5 S	1000	10000
10	TPM	200	2000
16	Capacitaciones	150	2400

RESUMEN	TOTAL
Sueldo Personal Técnico	S/ 86,400.00
Sueldo Personal Administrativo	S/ 18,000.00
Costo Herramientas y Equipos	S/ 6,920.00
Costo de Implementos de Seguridad	S/ 3,600.00
Costo de Movilidad	S/ 2,400.00
Costos de Implementación de Mejora	S/ 16,400.00
Costo de Mantenimiento de Equipos	S/ 1,920.00
Costo de Capacitación	S/ 24,000.00
Costo de Útiles de Escritorio y Equipos de Oficina	S/ 3,530.00
GASTOS ANUALES	S/ 163,170.00

Tabla 29: Flujo de Inversión

FLUJO DE INVERSION						
Descripción	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Sueldo Personal Técnico	S/86,400.00	S/86,400.00	S/86,400.00	S/86,400.00	S/86,400.00	S/86,400.00
Sueldo Personal Administrativo	S/18,000.00	S/18,000.00	S/18,000.00	S/18,000.00	S/18,000.00	S/18,000.00
Costo Herramientas y Equipos	S/6,920.00	S/1,540.00	S/1,540.00	S/1,540.00	S/1,540.00	S/1,540.00
Costo de Implementos de Seguridad	S/3,600.00	S/3,600.00	S/3,600.00	S/3,600.00	S/3,600.00	S/3,600.00
Costo de Movilidad	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00	S/2,400.00
Costos de Implementación de Mejora	S/16,400.00	S/16,400.00	S/16,400.00	S/16,400.00	S/16,400.00	S/16,400.00
Costo de Mantenimiento de Equipos	S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00
Costo de Capacitación	S/24,000.00	S/10,000.00	S/10,000.00	S/10,000.00	S/10,000.00	S/10,000.00
Costo de Útiles de Escritorio y Equipos de Oficina	S/3,530.00	S/140.00	S/140.00	S/140.00	S/140.00	S/140.00
COSTO TOTAL	S/163,170.00	S/128,340.00	S/128,340.00	S/128,340.00	S/128,340.00	S/128,340.00

Tabla 30: Indicadores de Mejora

INDICADORES DE MEJORA		2018	2019	2020	2021	2022
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Vida útil total de las máquinas	-	S/48,000.00	S/48,000.00	S/48,000.00	S/48,000.00	S/48,000.00
Gastos de mantenimiento		S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00	S/1,920.00
Aumento de la producción	-	S/23,320.00	S/23,320.00	S/23,320.00	S/23,320.00	S/23,320.00
% Actividades productivas	-	S/5,830.00	S/5,830.00	S/5,830.00	S/5,830.00	S/5,830.00
% de reducción de accidentes laborales	-	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00
Eficiencia económica en producción	-	S/144,300.00	S/144,300.00	S/144,300.00	S/144,300.00	S/144,300.00
TOTAL, INDICADORES DE MEJORA	-	S/225,170.00	S/225,170.00	S/225,170.00	S/225,170.00	S/225,170.00

Tabla 31: Flujo de Caja Neto proyectado

FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO					
AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/163,170.00	S/96,830.00	S/96,830.00	S/96,830.00	S/96,830.00	S/96,830.00

COK = CPPC = WACC =	8.46%	Mejor alternativa de inversión de bonos
---------------------	-------	---

VA	S/ 381,992.28	VAN > 0 TIR > COK IR>1
VAN	S/ 218,822.28	
TIR	52.0%	
IR	2.34	

- ✓ Se acepta el proyecto.
- ✓ Por cada sol de inversión retorna S/ 1.34 de rentabilidad.

Tabla 32: Indicadores de mejora - Optimista

OPTIMISTA

INDICADORES DE MEJORA		2018	2019	2020	2021	2022
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
* Vida útil total de las máquinas	-	S/51,000.00	S/51,000.00	S/51,000.00	S/51,000.00	S/51,000.00
Gastos de mantenimiento	-	S/6,480.00	S/6,480.00	S/6,480.00	S/6,480.00	S/6,480.00
Aumento de la producción	-	S/24,320.00	S/24,320.00	S/24,320.00	S/24,320.00	S/24,320.00
% Actividades productivas	-	S/5,830.00	S/5,830.00	S/5,830.00	S/5,830.00	S/5,830.00
* % Reducción de accidentes laborales	-	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00	S/1,800.00
Eficiencia económica en producción	-	S/145,000.00	S/145,000.00	S/145,000.00	S/145,000.00	S/145,000.00
TOTAL, INDICADORES DE MEJORA	-	S/234,430.00	S/234,430.00	S/234,430.00	S/234,430.00	S/234,430.00

FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/ 163,170.00	S/ 106,090.00	S/ 106,090.00	S/ 106,090.00	S/ 106,090.00	S/ 106,090.00

COK = CPPC = WACC =	8.46%
---------------------	-------

VA	\$ 418,522.8
VAN	\$ 255,352.8
TIR	58.5%
IR	2.56

VAN > 0

TIR > COK

IR>1

Acepta el Proyecto

✓ Se acepta el proyecto

✓ Por cada sol de inversión retorna S/ 1.56 de rentabilidad

Tabla 33: Indicadores de Mejora-Pesimista

PESIMISTA

INDICADORES DE MEJORA		2018	2019	2020	2021	2022
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
* Vida útil total de las máquinas	-	S/ 45,000.00	S/ 45,000.00	S/ 45,000.00	S/ 45,000.00	S/ 45,000.00
Gastos de mantenimiento	-	S/ 6,480.00	S/ 6,480.00	S/ 6,480.00	S/ 6,480.00	S/ 6,480.00
Aumento de la producción	-	S/ 22,000.00	S/ 22,000.00	S/ 22,000.00	S/ 22,000.00	S/ 22,000.00
% Actividades productivas	-	S/ 5,830.00	S/ 5,830.00	S/ 5,830.00	S/ 5,830.00	S/ 5,830.00
* % Reducción de accidentes laborales	-	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
Eficiencia económica en producción	-	S/ 140,000.00	S/ 140,000.00	S/ 140,000.00	S/ 140,000.00	S/ 140,000.00
TOTAL, INDICADORES DE MEJORA	-	S/ 221,110.00	S/ 221,110.00	S/ 221,110.00	S/ 221,110.00	S/ 221,110.00

**FLUJO DE CAJA NETO
PROYECTO**

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-	\$	\$	\$	\$	\$
163,170.0	92,770.0	92,770.0	92,770.0	92,770.0	92,770.0

COK = CPPC = WACC =	8.46%
----------------------------	--------------

VA	\$ 365,975.7	
VAN	\$ 202,805.7	VAN > 0 <i>Acepta el Proyecto</i>
TIR	49.2%	TIR > COK ✓ Se acepta el proyecto
IR	2.24	IR > 1 ✓ Por cada sol de inversión retorna S/ 1.24 de rentabilidad

D	Deuda	S/ 164,000.00	
C	Capital	S/ 540,000.00	
KD	Costo de la deuda	18.0%	
t	Impuesto a la renta	30.00%	
CPPC	Costo promedio ponderado de capital		
<hr/>			
Roe = Ke =	Utilidad neta	S/ 108,000.00	7.20%
	Total, de patrimonio	S/ 1,500,000.00	

$$\text{CPPC} = \text{WACC} = \left(\frac{D}{D+C} \right) * (Kd * (1-t)) + \left(\frac{C}{D+C} \right) * (Ke) \quad \mathbf{8.46\%}$$

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Se halló el principal problema en el área de producción: tiene baja productividad en sus procesos para la elaboración de Kits de desagüe; se analizó el comportamiento de la productividad, obteniendo una mejora de la eficiencia económica de 1.28 soles de ganancia y según (Oliveras, 2018) la eficiencia económica será positiva si es superior a 1; por lo tanto significa que la empresa si es rentable.

Se pudo incrementar también la eficiencia física del 85%, que según (Elsie Vega, 2015), la eficiencia tiene que ser eficaz, en donde se utilicen los mínimos recursos de manera productiva; por lo que se disminuyó los desperdicios de la materia prima a través de la reducción de tiempos y movimientos innecesarios obteniendo una eficiencia favorable del 91%.

La mano de Obra influye en el mejoramiento de la productividad, por lo que son los trabajadores los actores principales del diseño y protagonistas del proceso (Gonzales Fernandez, 2015); por lo que hubo un incremento en la productividad de mano de obra al incrementar 6 Kits de desagüe al día; el cual conllevó a un proceso de evaluación utilizando el diagrama hombre máquina; obteniendo un incremento en la producción de bases y cuerpos de: 5 und/h-H a 5.5 und/h-H y de la producción de marcos y tapas de: 3.3 und/h-H a 3.6 und/h-H.

En la productividad de materia prima influye el materia que se compra y el uso adecuado de este (Oliveras, 2018), por lo que se incrementó la productividad en base a los 66 Kits de desagüe; se obtuvo un incremento en la productividad: de cada bolsa de cemento se producen 3.75 unidades de cada base a 4.12 bases/bolsa, por cada bolsa de cemento se producen 5.6

unidades de cada cuerpo a 6.18 cuerpos/bolsa, por cada kg de alambρόn se producen 3.6 armazones al día para marcos y tapas a 3.95 armazones/kg de alambρόn y por cada bolsa de cemento se producen 18 unidades de cada marco o tapas a 20 m o t/bolsa de cemento.

El tiempo de ciclo es un factor muy importante porque ayuda a optimizar la producción, identificando el tiempo de cada operario para desarrollar las actividades necesarias (López, 2016), obteniendo un tiempo de ciclo de 6 min por cada Kit en la producción de 60 Kits al día. Pero con el análisis de la propuesta de mejora, este puede disminuir hasta un 5.45 min por cada Kit; logrando optimizar la producción.

Según (Métodos, 2012), las actividades productivas dan valor a la empresa de las operaciones; por lo que se calculó el porcentaje actual de actividades productivas de bases y cuerpos: 58%, actividades productivas de marcos: 63%, actividades productivas de tapas: 65%. Con la propuesta de mejora al disminuir las distancias de recorridos se incrementaron las actividades productivas de bases y cuerpos: 94.5%, actividades productivas de marcos: 83%, actividades productivas de tapas: 82%.

Según (Villajulca, 2011), las actividades improductivas son tiempos ociosos o muertos, es decir las actividades que no generan valor a la empresa; se calculó el porcentaje actual de actividades improductivas de bases y cuerpos: 42%, actividades improductivas de marcos: 37%, actividades improductivas de tapas: 35%; las cuales se ocasionan por las largas distancias que tiene que recorrer el trabajador para trasladar la materia prima, luego de la implementación de la mejora se obtuvo los siguientes resultados favorables: actividades improductivas de bases y cuerpos: 3%, actividades improductivas de marcos: 16%, actividades improductivas de tapas: 31%.

El diagrama hombre máquina muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo del colaborador y el ciclo de la operación de la máquina (Frievalds, 2009); por lo que se decidió realizar un diagrama hombre-máquina para analizar el trabajo y disminuir el cuello de botella; obteniendo los siguientes resultados en el mezclado: el operario 1 demuestra un tiempo productivo al 100%, el operario 2 tiene un tiempo muerto de 2 min, por lo que muestra un tiempo productivo del 67%, la máquina 1 demuestra un tiempo productivo del 67%. Para el proceso de moldeado se obtuvieron los siguientes resultados: el operario 1 demuestra un tiempo productivo al 100%, el operario 2 demuestra un tiempo productivo del 100%, la máquina 2 demuestra un tiempo productivo del 67%. Se propuso acomodar las máquinas en la misma estación de trabajo para hacer más eficiente la productividad y disminuir el ciclo obteniendo los siguientes resultados: el operario 1 demuestra un tiempo productivo al 100%, el operario 2 demuestra un tiempo productivo del 91%, la máquina 1 demuestra un tiempo productivo del 78% y la máquina 2 demuestra un tiempo productivo del 71%. Teniendo un impacto en el tiempo de ciclo de las bases y cuerpos, pasando de 6 min a 5.45 min por pieza, por lo que ya no se elaborarán 60 piezas al día si no 66. Así mismo impactó en la productividad de mano de obra y por cada hora hombre trabajada se produce 5.5 unidades más.

Es fundamentas el uso del cuerpo humano, herramientas y equipo; por lo que aplicamos la metodología de las 5 S, las cuales pueden generar grandes beneficios en una empresa (Leanmanufacturing10, 2019), se utilizó ese método porque se halló la falta de orden y limpieza, Con la implementación de las 5 S se logra limpiar y ordenar el área de trabajo dejándola despejada y libre de obstáculos u objetos innecesarios, así mismo se propuso.

Finalmente se realizó la proyección teórica de la aplicación de la propuesta en los costos de adquisición; donde se obtiene un COK del 8.46%, según (Gonzalez, 2009) el VAN debe ser mayor a 0 y se obtuvo un Van de 346,817.1 nuevos soles, el TIR debe ser mayor que COK y se obtuvo un TIR de 62.9%, el IR debe ser mayor que 1 y se obtuvo un IR del 2.72. Por lo tanto, el proyecto es viable.

4.2 Conclusiones

- Se analizó el comportamiento de la productividad específicamente en la elaboración de los Kits de desagüe, obteniendo que el principal problema de la empresa es el no contar con indicadores ni procedimientos que le permita valorar el desempeño de sus procesos.
- Se halló el diagnóstico del área de operaciones usando la matriz producto-proceso, y se identificó que el tipo de producción es continua; en base a esta se utilizó los 9 enfoques de Niebel y se diagnosticó los principales problemas del área de operaciones: no cuentan con un manual de procedimientos que les normalice y facilite realizar cada proceso, no tiene una adecuada distribución del almacén de materia prima y herramientas que les permita ahorrar distancias de recorrido y optimizar tiempos para incrementar la productividad. No cuentan con un control adecuado para el mantenimiento de sus máquinas, por lo que están deterioradas; y finalmente las condiciones de trabajo no son adecuadas, tienen el ambiente desordenado con muchas cosas obstaculizando el paso. Mediante los problemas encontrados, se propuso implementar mejoras utilizando diferentes métodos, obteniendo un impacto

de mejora en la productividad, disminuyendo los tiempos del operario y aumentando la producción de 60 a 66 productos al día.

Así mismo se disminuyeron los tiempos que demora ir de un lugar a otro gracias al diagrama de recorrido, el cual impactó en el incremento de las actividades productivas y disminución de actividades improductivas; además se halló que no llevan un control adecuado de un TPM para la vida útil de sus máquinas; por lo que se implementó un plan de mantenimiento preventivo. Finalmente se implementó con éxito el orden y la limpieza de la metodología de las 5 S, donde las áreas de trabajo quedan libres de obstáculos y con espacios libres.

- Se concluye con los indicadores financieros que la propuesta de mejora es viable, ya que se demuestra que el proyecto es factible y rentable, en donde el TIR debe ser mayor a COK para que el proyecto sea viable; obteniendo un COK actual de 8.46% y el TIR de 58.5%; por lo tanto, la mejora es viable y un IR de 2.56; que por cada sol invertido retorna 1.56 soles de rentabilidad para la empresa.

REFERENCIAS

Baca. (2013). Introducción a la Ingeniería Industrial. México DF, México: Grupo Editorial Patria.

Elsie Vega. (2015). Eficiencia, Eficacia, Efectividad y Productividad.

Frievalds, N. y. (2009). Procesos de la operacion.

Garrido, S. G. (2016). Formulas de cálculo de indicadores de disponibilidad. Obtenido de <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Formulas-de-calculo-de-indicadores-de-disponibilidad+115450>

Gonzales Fernandez, G. (2015). Mejorar la productividad en el área de producción de premezclas en la empresa Hensil SRL aplicando la metodología PHVA. Lima.

Indicadores de productividad. (2018).

Industrial, I. (2016). Estudio de Tiempos: Valoración de Ritmo de Trabajo. Obtenido de <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). Administración de operaciones. Octava edición.

Llajaruna. (2014).

López, S. (2016). Estudio de tiempos.

Martinez. (2014). “Caracterización química y físico-mecánica de cementos adicionados de filer calizo en Venezuela” Revista Alconpat, Mexico, 2015.

Niebel. (2004). Métodos, Estandares y Diseño del trabajo.

Niebel. (2009). Métodos, Estandares y Diseño del trabajo (Estudio de tiempos)

Niebel. (2014). Métodos, Estandares y Diseño del trabajo.

Oliveras, E. -F. (2018). Indicadores de productividad.

Process Quality Associates Inc. . (2006).

Saneamiento, D. d. (2016). Compendio Normativo de Saneamiento.

Torres, J. (Octubre 2012). Producción, Productividad y Eficiencia Económica.

Vega, E. (2015). Eficiencia, Eficacia, Efectividad y Productividad.

ANEXOS:

GUIA DE OBSERVACIÓN

Nombre de la empresa	Fadeco San Martín E.I.R.L
Nombre del Observado	
Puesto o Cargo	
Antigüedad en el puesto	
Edad del Observado	
Cuenta con alguna discapacidad	

OBJETIVO: Observar y evaluar el desempeño realizado por el trabajador dentro de la empresa.

INSTRUCCIONES: Observar la ejecución marcando con una (x) el cumplimiento de acuerdo con la escala establecida (sí, no, tal vez).

Nº	ASPECTOS A EVALUAR	SI	NO	TALVEZ	OBSERVACIONES
1	Llega a tiempo al trabajo				
2	Verifica que su área de trabajo esté limpia y ordenada				
3	Cumple con el uniforme requerido				
4	Elabora sus actividades en tiempo y forma				
5	Ejerce un buen comportamiento en el grupo de trabajo				
6	Verifique que la maquinaria funcione correctamente				
7	El espacio donde trabaja es el adecuado				
8	Elabora su trabajo con calidad				
9	Cumple los pasos establecidos para la elaboración del proyecto				
10	Es responsable en su trabajo				
11	Recibe capacitaciones y las aprovecha				

GUIA DE PREGUNTAS PARA ENTREVISTA			
Empresa:	Fadeco San Martín E.I.R.L	Fecha:	10/10/2018
Nombre del Entrevistado:	Carlos Portal		
Cargo:	Encargado del area de Operaciones		
Preguntas:			
1.- ¿Cuál es el rubro de la empresa?			
2.- ¿Con cuantos trabadores cuentan en el área de producción?			
3.- ¿Cuántas horas trabajan al día los operarios?			
3.- ¿Cuál es el producto con mayor demanda de la empresa?			
4.- ¿Cuales son los procesos que se realizan para la elaboración de los Kits de desagüe?			
5.- ¿Cuántos Kits de desagüe elaboran al día?			
6.- ¿Cuentan con procesos estandarizados?			
7.- ¿Cuáles son los mayores problemas que presentan en el área?			
8.- ¿Qué le gustaría mejorar en el área de producción?			
9.- ¿Cada cuanto tiempo se capacita el personal?			
10.- ¿Con cuantas máquinas cuenta el área y cual es su función ?			
10.- ¿Le hacen mantenimiento a las máquinas ? ¿ Cada cuanto tiempo?			
11.- ¿Los trabajadores cuentan con el EPP necesario?			

ANEXO N°1: Suplementos del Cortado – Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS - DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

<i>¿Género del operario?</i>		<input checked="" type="radio"/> HOMBRE	<input type="radio"/> MUJER
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5	0
	Básico por fatiga	4	0
<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>		<div>SÍ</div> <div>2</div>	
Postura anormal	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</i>	Ligeramente incómoda	
		0	
Uso de la fuerza	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	2,5 Kg	
		0	
Iluminación	<i>La percepción de iluminación es:</i>	Normal	
		0	
Condiciones atmosféricas	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm2/seg)</i>	16	
		0	
Tensión visual	<i>La operación realizada requiere:</i>	Precisión	
		2	
Ruido	<i>La sensación de ruido percibido es:</i>	Continuo	
		0	
Tensión mental	<i>La operación realizada es:</i>	Algo compleja	
		1	
Monotonía	<i>La operación realizada es:</i>	Algo monótona	
		0	
Monotonía física	<i>La operación realizada es:</i>	Algo aburrida	
		0	



Los suplementos del elemento son del:

14%

ANEXO N°2: Suplementos del Soldado – Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS - DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

<i>¿Género del operario?</i>		<input checked="" type="radio"/> HOMBRE	<input type="radio"/> MUJER
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5	0
	Básico por fatiga	4	0
<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>		<div>SÍ</div> <div>2</div>	
Postura anormal	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</i>	<div>Ligeramente incómoda</div> <div>0</div>	
Uso de la fuerza	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	<div>2,5 Kg</div> <div>0</div>	
Iluminación	<i>La percepción de iluminación es:</i>	<div>Normal</div> <div>0</div>	
Condiciones atmosféricas	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm2/seg)</i>	<div>16</div> <div>0</div>	
Tensión visual	<i>La operación realizada requiere:</i>	<div>Precisión</div> <div>2</div>	
Ruido	<i>La sensación de ruido percibido es:</i>	<div>Continuo</div> <div>0</div>	
Tensión mental	<i>La operación realizada es:</i>	<div>Algo compleja</div> <div>1</div>	
Monotonía	<i>La operación realizada es:</i>	<div>Algo monótona</div> <div>0</div>	
Monotonía física	<i>La operación realizada es:</i>	<div>Algo aburrida</div> <div>0</div>	



Los suplementos del elemento son del:

14%

ANEXO N°3: Suplementos del Mezclado – Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS - DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

<i>¿Género del operario?</i>		<input checked="" type="radio"/> HOMBRE	<input type="radio"/> MUJER
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5	0
	Básico por fatiga	4	0
<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>		SÍ	
		2	
Postura anormal	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</i>	Ligeramente incómoda	
		0	
Uso de la fuerza	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	15 Kg	
		5	
Iluminación	<i>La percepción de iluminación es:</i>	Normal	
		0	
Condiciones atmosféricas	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm2/seg)</i>	16	
		0	
Tensión visual	<i>La operación realizada requiere:</i>	Cierta precisión	
		0	
Ruido	<i>La sensación de ruido percibido es:</i>	Continuo	
		0	
Tensión mental	<i>La operación realizada es:</i>	Algo compleja	
		1	
Monotonía	<i>La operación realizada es:</i>	Algo monótona	
		0	
Monotonía física	<i>La operación realizada es:</i>	Algo aburrida	
		0	



Los suplementos del elemento son del:

17%

ANEXO N°4: Suplementos del Moldeado – Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS - DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

<i>¿Género del operario?</i>		<input checked="" type="radio"/> HOMBRE	<input type="radio"/> MUJER
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5	0
	Básico por fatiga	4	0
	<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>	<div>SÍ</div> <div>2</div>	
Postura anormal	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</i>	<div>Cómoda</div> <div>0</div>	
Uso de la fuerza	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	<div>10 Kg</div> <div>3</div>	
Iluminación	<i>La percepción de iluminación es:</i>	<div>Normal</div> <div>0</div>	
Condiciones atmosféricas	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm2/seg)</i>	<div>16</div> <div>0</div>	
Tensión visual	<i>La operación realizada requiere:</i>	<div>Cierta precisión</div> <div>0</div>	
Ruido	<i>La sensación de ruido percibido es:</i>	<div>Continuo</div> <div>0</div>	
Tensión mental	<i>La operación realizada es:</i>	<div>Algo compleja</div> <div>1</div>	
Monotonía	<i>La operación realizada es:</i>	<div>Algo monótona</div> <div>0</div>	
Monotonía física	<i>La operación realizada es:</i>	<div>Algo aburrida</div> <div>0</div>	



Los suplementos del elemento son del:

15%

ANEXO N°5: Suplementos del Pulido – Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS - DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

<i>¿Género del operario?</i>		<input checked="" type="radio"/> HOMBRE	<input type="radio"/> MUJER
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5	0
	Básico por fatiga	4	0
<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>		<div>SÍ</div> <div>2</div>	
Postura anormal	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</i>	Cómoda	
		0	
Uso de la fuerza	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	2,5 Kg	
		0	
Iluminación	<i>La percepción de iluminación es:</i>	Normal	
		0	
Condiciones atmosféricas	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm2/seg)</i>	16	
		0	
Tensión visual	<i>La operación realizada requiere:</i>	Precisión	
		2	
Ruido	<i>La sensación de ruido percibido es:</i>	Continuo	
		0	
Tensión mental	<i>La operación realizada es:</i>	Algo compleja	
		1	
Monotonía	<i>La operación realizada es:</i>	Algo monótona	
		0	
Monotonía física	<i>La operación realizada es:</i>	Algo aburrida	
		0	



Los suplementos del elemento son del:

14%

ANEXO N°6: Suplementos del Pulido – Estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS - DETERMINACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

<i>¿Género del operario?</i>		<input checked="" type="radio"/> HOMBRE	<input type="radio"/> MUJER
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5	0
	Básico por fatiga	4	0
<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>		SÍ	
		2	
Postura anormal	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el trabajo?</i>	Cómoda	
		0	
Uso de la fuerza	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	2,5 Kg	
		0	
Iluminación	<i>La percepción de iluminación es:</i>	Normal	
		0	
Condiciones atmosféricas	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata</i>	16	
		0	
Tensión visual	<i>La operación realizada requiere:</i>	Cierta precisión	
		0	
Ruido	<i>La sensación de ruido percibido es:</i>	Continuo	
		0	
Tensión mental	<i>La operación realizada es:</i>	Algo compleja	
		1	
Monotonía	<i>La operación realizada es:</i>	Algo monótona	
		0	
Monotonía física	<i>La operación realizada es:</i>	Algo aburrida	
		0	
		<p><i>Los suplementos del elemento son del:</i></p> <p>12%</p>	